



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

AUTOMAATIOPROJEKTIN DOKUMENTOINNIN TEHOSTAMINEN

Antti Inkinen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2016
Sähkötekniikka
Sähkövoimatekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikka
Sähkövoimatekniikka

INKINEN, ANTTI:

Automaatioprojektin dokumentoinnin tehostaminen

Opinnäytetyö 45 sivua, joista liitteitä 0 sivua
Toukokuu 2016

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, voisiko tamperelaisen suunnittelutoimiston automatisointiprojektien dokumentointia tehostaa käytössä olevan sähkösuunnitteluohjelmiston käyttämättömillä ominaisuuksilla. Käytössä oleva sähkösuunnitteluohjelmisto on CADS Planner Electric. Työssä pyrittiin kartoittamaan juuri automaatioprojektin näkökannalta hyödyllisiä suunnitteluohjelmiston ominaisuuksia, kuten piirikaavioiden generointia Excel-tiedostoa käyttäen ja tarvittavien luetteloiden ja taulukoiden automaattista generointia piirikaavioista. Työn teoriaosiossa keskityttiin piirikaavioihin, niiden rakenteisiin, piirrosmerkkeihin sekä laite- ja komponenttipositointiin. Teoriaosio käsittelee myös automaatioprojektissa laadittavia muita sähkötekniisiä dokumentteja, niiden rakennetta ja sisältöä.

Työstä saatujen tulosten perusteella voidaan todeta, että käyttämällä monipuolisemmin CADS Planner -suunnitteluohjelmiston ominaisuuksia, projektin dokumentointiin kuluva ajasta voidaan säästää työssä luodun esimerkkiprojektin tapauksessa jopa 80 prosenttia. Tämä tulos saatiin käyttäen työssä luodun esimerkkiprojektin tekemiseen kuluutta aikaa, jota verrattiin suunnittelutoimiston vanhalla dokumentointitavalla esimerkkiprojektin tekoon kuluvaan aikaan. Esimerkkiprojekti luotiin siten, että siinä pyrittiin käyttämään kaikkia työssä käytettyjä uusia dokumentointia tehostavia ominaisuuksia. Kun uutta dokumentointitapaa käytetään todellisessa projektissa, niin säästetty aika ei välttämättä ole niin suuri kuin edellä mainittiin. Tämä johtuu siitä, että todelliset projektit ovat paljon monimuotoisempia kuin luotu esimerkkiprojekti ja niihin sisältyy paljon selvitystyötä.

Tässä työssä luotu dokumentointijärjestelmä ei ole vielä täydellinen ja työssä ei pyrittykään käyttämään suunnitteluohjelmiston kaikkia automaatioprojektissa mahdollisesti hyödyllisiä ominaisuuksia. Työssä luodun dokumenttien generointijärjestelmän kehitystoimenpiteet jatkuvat vielä työn luovutuksen jälkeenkin, mutta tälläkin hetkellä opinnäytetyön parannuksien johdosta CADS Planner -ohjelmistolla työskentelystä saatiin jo huomattavasti nopeampaa sekä tarkempaa.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical Engineering
Option of Electrical Power Engineering

INKINEN, ANTTI:
Enhancing Documentation on Automation Project

Bachelor's thesis 45 pages, appendices 0 pages
May 2016

The goal of this bachelor's thesis was to determine whether the engineering company's electrotechnical documentation of automatization projects could be improved with the unused features of CADS Planner Electric -program. The central matter in this report was to study the features of CAD-program that are useful for specifically automation projects, such as generation of circuit diagrams using Excel-file and automatic generation of lists and tables from circuit diagram. The theory section of this bachelor's thesis focuses on circuit diagrams and their structures, device and component positioning, symbols and other needed electrotechnical documents, their structures and contents.

The results of this work show that more versatile usage of CADS Planner can save up to 80 percent of time used for electrotechnical documentation in an automation project. These results were produced by comparing the time needed to create a sample project with the old and the new documentation method. The sample project was created to use all of the previously unused CADS Planner features which enhance the electrotechnical documentation. When the new documentation method is used in real project the time saved might not be as much as told above because real projects are a lot more diverse than this sample project and requires a lot of research.

The documentation system created in this bachelor's thesis is not yet perfect and all the CADS Planner features that are possibly useful for automation project could not be used. The improvement of the created documentation generation system will continue but with the improvements described in this bachelor's thesis the usage of CADS Planner has already become considerably faster and more accurate.

Key words: electrotechnical documentation, circuit diagram, cads planner

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	AUTOMAATIOPROJEKTIN DOKUMENTOINTI.....	6
2.1	Piirikaaviot.....	6
2.1.1	Piirustuspohjat.....	7
2.1.2	Moduulijako	8
2.1.3	Liitäntäkaaviot.....	9
2.1.4	Komponenttien ja laitteiden positiointi.....	12
2.1.5	Piirikaavioiden esitystavat	14
2.1.6	Piirrosmerkit.....	16
2.2	Muut sähkötekniset dokumentit.....	18
2.2.1	Luettelot	19
2.2.2	Selostukset ja ohjeet	21
2.2.3	Dokumentoinnin vaiheet	22
2.3	CADS Planner Electric Pro.....	23
2.3.1	Piirikaaviosovellus	24
2.3.2	Tietokanta piirikaaviosovelluksessa	28
3	DOKUMENTOINNIN TEHOSTAMINEN.....	31
3.1	Piirikaavioiden generointi Excel-tiedostolla.....	31
3.1.1	CAD-pohjakuvan luonti	32
3.1.2	Excel-tiedoston luonti	33
3.1.3	Piirikaavioiden generointi	34
3.2	Luetteloiden generointi tietokantatoiminnoilla.....	36
4	TULOSTEN KÄSITTELY	39
4.1	Uuden ja vanhan dokumentointitavan vertailu	39
4.2	Testaus ja käyttöönotto	41
5	POHDINTA.....	43
	LÄHTEET.....	45

1 JOHDANTO

Työn tavoitteena oli automaatioprojektiin liittyvien dokumenttien luonnin tehostaminen käyttäen sähkösuunnitteluohjelmisto CADS Planner Electricin toimintoja. Työ teetettiin, jotta saataisiin selville pystyykö nykyistä projektin dokumentointiin kuluva aika pienentämään. Jos dokumentointiin kuluva aika pienenee, niin yritys selviää töistä pienemmillä henkilöstöresursseilla. Tämä tarkoittaa, että yritys hyötyisi rahallisesti kehitystyöstä sekä pystyisi nykyisellä henkilöstöllä vastaamaan useammista projekteista ilman, että työn laatu kärsii. Opinnäytetyön toimeksiantaja on Tampereen Automaatiosähkö Oy.

Työssä käytettyjen toimintojen perustana toimii Microsoft Excelin ja CADS Plannerin tiettyjen ominaisuuksien välinen yhteys. Kun sähkökuvat luodaan käyttämällä näiden kahden ohjelmiston välillä olevia ominaisuuksia, virheiden mahdollisuus vähenee ja aikaa säästyy. Tärkein näistä ominaisuuksista on piirikaavioiden automaattinen generointi, mutta aikaa säästää myös esimerkiksi luetteloiden automaattinen generointi piirikaavioiden pohjalta.

Työssä käsiteltävä teoria pohjautuu CAD-ohjelmistolla käytettyihin ominaisuuksiin. Siinä käsitellään muun muassa piirikaavioiden rakennetta, piirtotyylejä sekä komponenttien ja laitteiden positiointia. Teoriaosiossa käsitellään myös automaatioprojektissa tarvittavien erilaisten luetteloiden rakenteita ja sisältöä sekä automaatioprojektin dokumentoinnin vaiheita.

2 AUTOMAATIOPROJEKTIN DOKUMENTOINTI

Tässä osiossa käydään läpi, mitä sähkökuvia ja dokumentteja automaatioprojektissa tavallisesti tulee tehdä. Osiossa syvennyttään suurimmaksi osin piirikaavioihin ja niiden laatimiseen liittyviin asioihin. Muita käsiteltäviä dokumentteja ovat: kaapeliluettelo, osaluettelo, laiteluettelo ja moottoriluettelo. Tässä osiossa tutustutaan myös hieman työssä käytettyyn CADS Planner Electric Pro -sähkösuunnitteluohjelmistoon.

Teknisen dokumentaation tuottaminen oikein on erittäin tärkeää tuotteen, järjestelmän tai koneen hahmottelulle, suunnittelulle, valmistukselle, asennukselle, käytölle, huoltamiselle ja purkamiselle. Tuotteen tai järjestelmän tarvittavan dokumentaation luominen on iso osa sen valmistuksesta. Dokumentaatio on myös olennainen menetelmä todistaa ja taata, että tuotteeseen ja järjestelmään liittyvät turvallisuus-, ympäristö-, ja laatuvaatimukset on täytetty. (SFS-EN 61082-1 2015, 16) Sähkösuunnittelijan tulisi luoda sähkösuunnitteluohjelmiston avustuksella mahdollisimman tehokkaasti, varmasti ja tarkasti projektiin tarvittavat dokumentit.

2.1 Piirikaaviot

Piirikaaviot, eli liitäntäkaaviot, ovat sähkökuvia joihin piirretään kaikki laitteistossa olevat laitteet ja tarvittavat tiedot mitä kytkentöjen tekemiseen tarvitaan. Piirikaavioihin merkitään

- millä johdin- ja kaapelityypillä kytkennät tehdään
- miten johtimet ja kaapelit merkitään
- minkä numeroinen tai värinen johdin mihinkin liittimeen liitetään
- miten häiriösuojaus tehdään.

Piirikaavioissa virtapiirit esitetään suorina viivoina. Kaavioissa virtapiirit sijoitetaan pysty- tai vaakasuuntaan. Kaavioita luetaan signaalin kulkusuunnan mukaan, eli ylhäältä alas, tai vasemmalta oikealle. Tavallisesti piirikaaviot piirretään vaakasuuntaisiksi. (Aho-ranta 2005, 136–138)

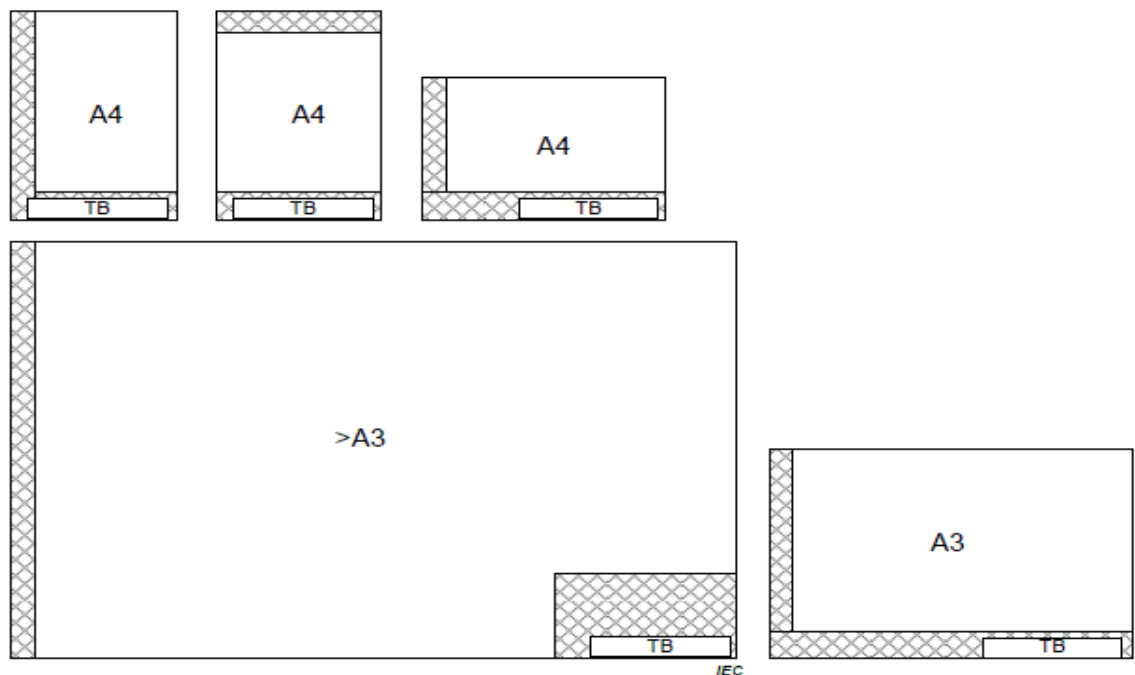
2.1.1 Piirustuspohjat

Piirikaaviot ja muutkin tekniset piirrokset, piirretään SFS 4415 -standardissa määritettyihin piirustuspohjiin. Sähköistyksen kaavioissa käytettävät arkkikoot ovat A4 tai A3. Pidentettyjä piirustuskokoja tulee käyttää vain poikkeuksellisesti. (Hietalahti 2015)

Standardoidut rakennuspiirustusten otsikkotaulut on esitetty standardeissa SFS-ISO 7200 ja RT-kortissa 15–10212. Piirustuspohja sisältää sisältöalueen, tunnistusalueet ja otsikkotaulut. A3- ja A4-kokoisissa piirustuksissa käytetään piirustusalan levyisiä matalia otsikkotauluja. Kohteeseen liittyvä informaatio on esitettävä sisältöalueella. Tunnistusalueilla ja otsikkotauluissa esitetään standardissa IEC 82045-2 määritetyt asiat, jotka ovat

- toimittajan, omistajan ja tilaajan tiedot
- laitteen tai kojeen nimi
- piirustuksen tyyppi
- suunnittelijan-, piirtäjän- ja tarkastajan nimi
- keskus johon liittyy
- päiväys ja muutokset päivämäärineen. (Hietalahti 2015)

Seuraavaksi on esitetty tavallisesti sähköistyksen kaavioissa käytetyt arkkikoot ja niiden rakenne (kuva 1).

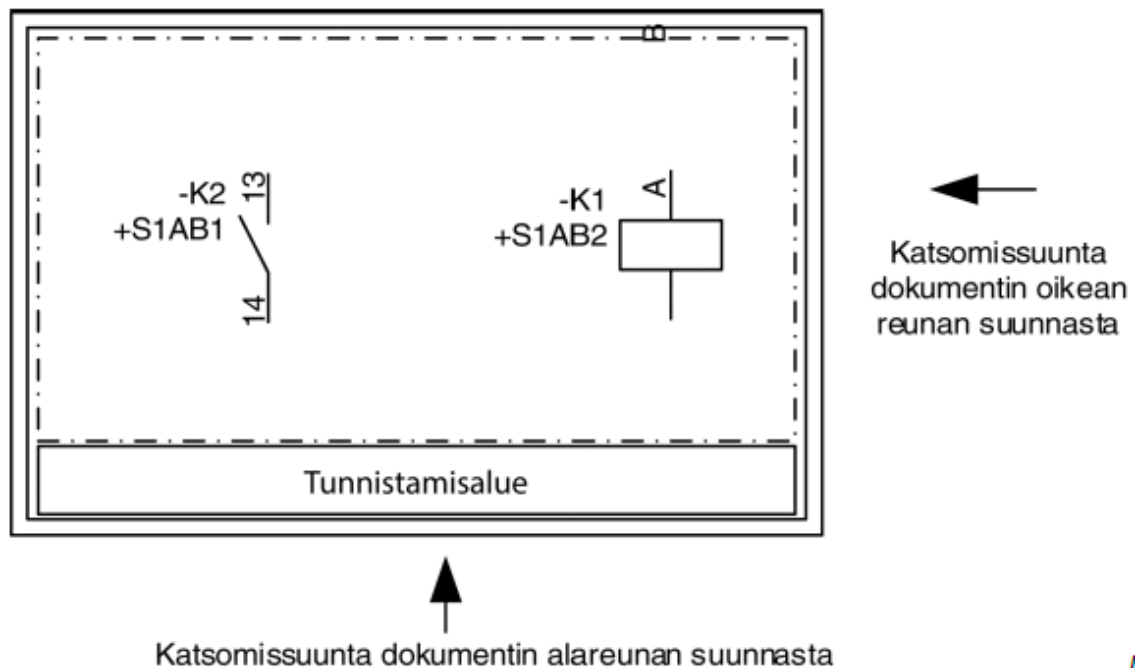


KUVA 1. Tavallisesti käytetyt teknisten piirrosten arkkikoot ja niiden tunnistusalueiden (harmaa ruudukoitu alue) ja otsikkotaulujen (TB) sijainnit. (SFS-EN 61082-1 2015, 95)

2.1.2 Moduulijako

Piirikaavioita piirrettäessä käytetään moduulijakoa, eli rasteria. Moduulijakoa käytetään viiteruudukoiden, sijaintiviittausjärjestelmien, piirustusruudukoiden ja piirrosmerkkien kokojen graafisen esityksen harmonisointiin. Moduulijako määrittelee esimerkiksi miten lähekkäin kaksi piirikaaviossa esiintyvää viivaa voivat vähintään olla. Standardoidut moduulijaot M ovat: 1,8 (2,0) mm, 2,5 mm, 3,5 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 14 mm, 20 mm. Pienempää kuin 2,5 mm moduulikokoa ei suositella käytettäväksi. Jos pienempää moduulikokoa käytetään, tulee dokumentin luettavuus tarkistaa ja varmistaa erikseen. (SFS-EN 61082-1 2015, 22)

Piirikaaviossa esiintyvät tekstit tulee kirjoittaa joko vaakasuoraan tai pystysuoraan. Tekstit on tarkoitettu luettaviksi pystysuoraan alhaalta ylös, tai vaakasuoraan vasemmalta oikealle (kuva 2). (SFS-EN 61082-1 2015, 19)



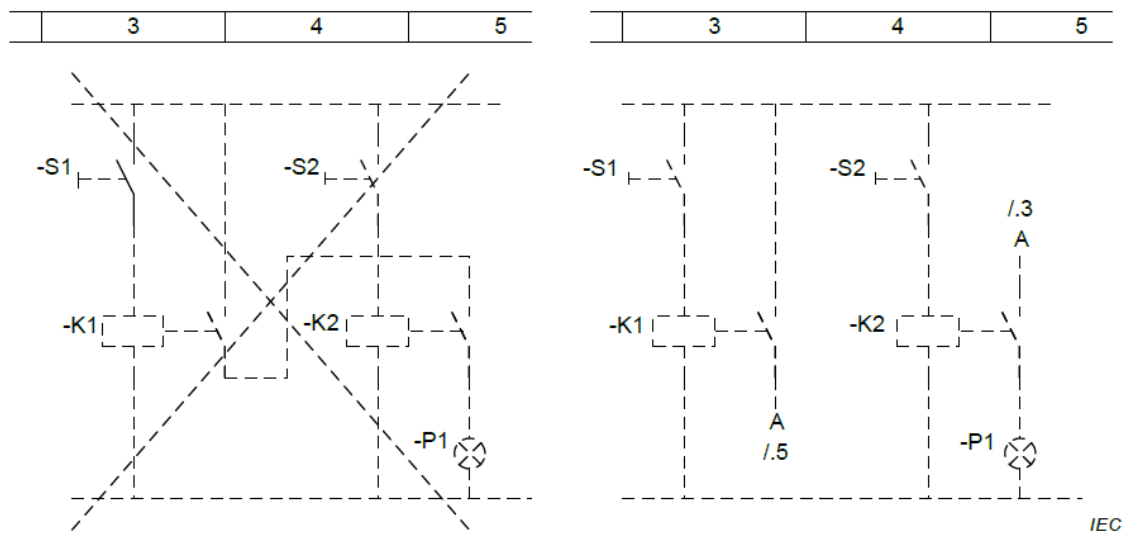
KUVA 2. Piirikaavioissa esiintyvien tekstien suunta (SFS-EN 61082-1 2015, 19)

2.1.3 Liitântäkaaviot

Liitântäkaaviot jaetaan kahteen luokkaan: sisäiseen ja ulkoiseen liitântäkaavioon. Sisäisessä liitântäkaaviossa komponenttien väliset johdotukset on esitetty yksittäisillä viivoilla. Sisäisten johdotusten johtimet saatetaan merkitä juoksevilla numeroinnilla kytkennän luennan helpottamiseksi. Jos kaaviossa käytetään viittauksia, tai ristiviittauksia ehyiden viivojen sijasta, johtimiin tulee merkitä kumpaankin päähän, missä johtimen toinen pää sijaitsee. Esimerkiksi jos johdin kulkee kontaktorin K1 navasta A1, kontaktorin K2 napaan 22, merkitään toiseen päähän johdinta K2:22 ja toiseen päähän johdinta K1:A1. (Ahoranta 2005, 138)

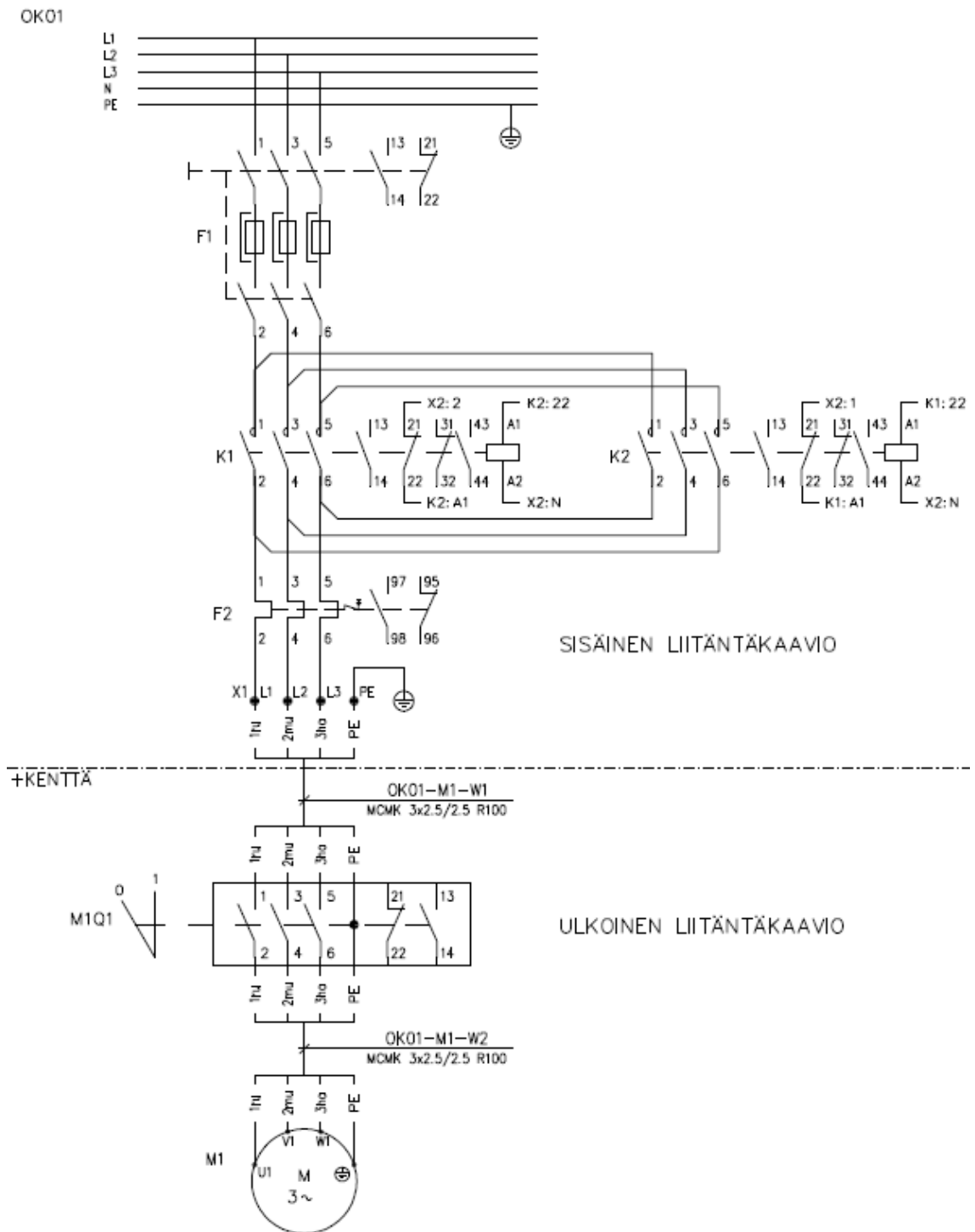
Ulkoisen liitântäkaavion piirtotyyli poikkeaa hieman sisäisestä piirtotyylistä. Suurin ero on siinä, että keskuksen ulkopuolella asennuksissa käytetään johtimien sijasta kaapelia, joka piirretään tavallisesti yksiviivaisena esityksenä. Kaaviossa kaapeli jaetaan moniviivaiseksi sähkölaitteen liittimien ja kotelon riviliittimien luona. Kun kaapeli muuttuu moniviivaiseksi esitykseksi, kukin johdin positioidaan vastaavasti kummastakin päästä. Positiointi tapahtuu numeroin, värein, tai kummallakin, riippuen käytetyn kaapelin tyypistä. Myös itse kaapeli positioidaan ja sille annetaan kaapelityyppi. Joissain tapauksissa kaapelin positioinniksi riittää pelkkä juokseva -W1-, -W2- merkintä, mutta on suositeltavaa käyttää tarkentavaa positiointia. Esimerkiksi ohjauskaapilta OK01 syötettävän moottorin M1 kaapeli merkittäisiin OK01-M1-W1, jolloin positiointi on jo huomattavasti tarkempi ja siitä voidaan tulkita kaapelin alku- ja loppupää. (Ahoranta 2005, 138)

Liitântäkaavioissa liitântäviivojen suunnan on oltava vaaka- tai pystysuora. Poikkeustilanteissa, mikäli luettavuus paranee, voidaan kuitenkin käyttää vinoviivoja. Liitântäviivat eivät saa koskettaa piirrosmerkkejä, tämä on määritelty standardissa IEC 81714-2:2006, kohdassa 6.11.2. Liitântäviivojen käännoiksi ja risteämiä tulee kuvissa olla mahdollisimman vähän. Kuvan selkeyttämiseksi voidaan käyttää ristiviittausta, jonka esimerkki on esitetty kuvassa (kuva 3). (SFS-EN 61082-1 2015, 39)



KUVA 3. Esimerkki käännöksiä ja risteämien välttämiseksi ristiviittauksen A avulla (SFS-EN 61082-1 2015, 39)

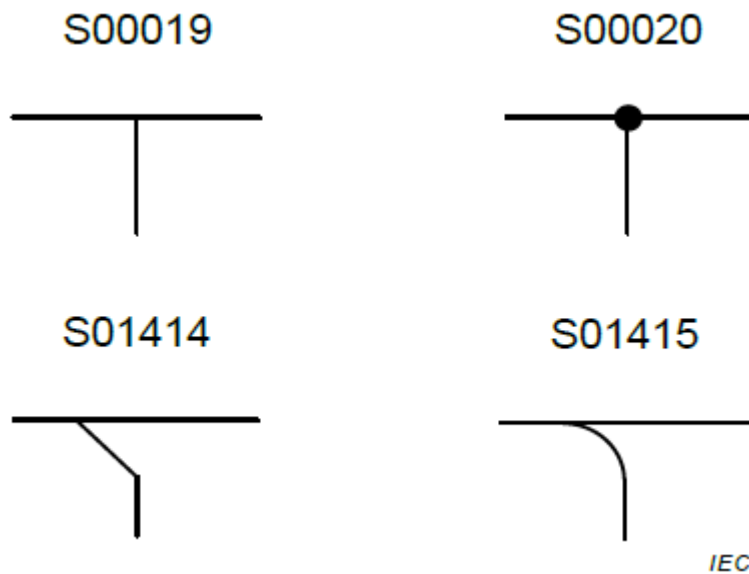
Jos sisäisten ja ulkoisten kytkentöjen määrä ei ole suuri, ne voidaan esittää yhdessä liitännäkaaviossa (Ahoranta 2005, 138). Otetaan tästä esimerkiksi hyvin yksinkertainen piirikaaviomalli oikosulkumoottorin suunnanvaihtokytkennästä (kuva 4).



KUVA 4. Moottorin suunnanvaihtokytkentä, piirikaaviomalli

Tutkitaan vielä moottorin piirikaaviosta (kuva 4) sijaintirajausta, joka erottaa sisäisen ja ulkoisen liitântäkaavion. Kuvan yläreunassa oleva teksti OK01 kertoo moottoria syöttävän keskuksen tunnuksen ja sijaintirajausta viivan alapuolella oleva teksti +KENTTÄ kertoo moottorin sijaitsevan kentällä eli esimerkiksi koneikossa.

Moottoripiirikaaviosta (kuva 4) voidaan poimia vielä yksi keskeinen asia eli sähköiset väliliitännät. Kun kaksi tai useampi viiva yhdistetään yhdessä pisteessä, on liitântäkohtaa esittävän piirrosmerkin oltava standardin IEC 60617 (2001–07) mukainen ja piirrosmerkin on oltava S00019, S00020, S01414 tai S01415 (kuva 5). (SFS-EN 61082-1 2015, 36)



KUVA 5. Piirrosmerkkejä, jotka kuvaavat liitântäviivojen yhdistymistä (SFS-EN 61082-1 2015, 36)

2.1.4 Komponenttien ja laitteiden positiointi

Kuten edellisen osion kuvasta (kuva 4) voidaan huomata, erityyppiset komponentit ja laitteet positioidaan eri tunnuksilla. Standardi IEC 61082 käsittelee informaation esittämistä dokumenteissa. Tässä standardissa määritellään sähkökomponenttien ja -laitteiden tunnuksiin liittyviä asioita. Nämä asiat on poimittu standardeista IEC 81346 (jäsentelyn periaatteet ja viitetunnukset), IEC 61175 (signaalien tunnuksiset) ja IEC 61666 (liittimien tunnuksiset) (SFS-EN 61082-1 2015, 11). Seuraavaksi on esitetty nykyisin käytössä olevat tunnuksiset kullekin laitteelle (taulukko 1).

TAULUKKO 1. Sähkölaitteiden käytössä olevat yksikkötunnukset (Ahoranta 2005, 144)

Kirjain tunnus	Yksikön laji: esimerkkejä
A	Laiteyhdistelmä: monista komponenteista koottu yksikkö
B	Laitteet, jotka muuttavat sähköisen suureen ei-sähköiseksi suureeksi tai päinvastoin: valokenno, mikrofoni ja kaiutin
C	Laitteet, jotka varastoivat energiaa: kondensaattori ja akustot
D	Digitaalelektroniikan komponentit: kiikkupiirit ja rekisterit
E	Lämpöä ja valoa tuottavat laitteet: lämmittimet ja valaisimet
F	Suojalaitteet: varokkeet, johdonsuojakatkaisijat ja omatoimiset lämpökoskettimet
G	Sähkölähteet: generaattorit, paristot, akut ja jännitelähteet
H	Optiset ja akustiset merkinantolaitteet: merkkilamput ja summeerit
K	Releet: apu- ja aikareleet, virta- ja jännitereleet. Myös lämpöreleen kosketin (ennen F)
L	Induktiokäämit (kelat) ja kuristimet
M	Sähkömoottorit
N	Analogiaelektroniikan mikropiirit: operaatiovahvistin ja jänniteregulaattori
P	Mittalaitteet: analogiset ja digitaaliset mittarit ja kellot
Q	Päävirtapiirin kytkinlaitteet: kytkimet, katkaisijat ja erottimet. Uutena päävirtapiirin kontaktorit (ennen K).
R	Vastukset: kiinteät ja säädettävät vastukset sekä termistorit
S	Ohjauskytkimet: painike- ja vääntökytkimet, rajakytkimet, paine-, lämpötila- ja pinnankorkeuskytkimet
T	Muuntajat: kaiken tehoiset muuntajat, mittamuuntajat sekä AC/DC-muuntimet
V	Erillispuolihohteet: diodit, transistorit ja tyristorit
W	Sähköenergian siirtotiet: johtimet, kaapelit ja optiset kuidut
X	Liittimet ja pistokkytkimet: kytkentärimat, riviliittimet, pistorasiat ja -tulpat
Y	Sähkömekaaniset laitteet: magneetti- ja moottoriventtiilit

Yllä olevassa taulukossa (taulukko 1) esitettiin sähköllä tai sen avulla toimivien laitteiden tunnuksia. Sähkötoimisissa komponenteissa eri kirjaintunnukset tarkoittavat seuraavia asioita (taulukko 2).

TAULUKKO 2. Komponenttien tunnuskirjaimia (Ahoranta 2005, 174)

Kirjain tunnus	Yksikön laji: esimerkkejä
C	Kondensaattorit
D	Kombinaatio- ja sekvenssiipiirit, prosessorit ja muistit
E	Lämmitysvastukset, mekaaniset osat, kuten jäähdytyslevyt
F	Sulakkeet
G	Akut ja paristot
H	Merkkilamput, näytöt, kaiuttimet ja summerit
K	Releet
L	Kelat ja induktiokäämit
N	Analogiamikropiirit, kuten operaatiovahvistimet, jänniteregulaattorit ja A/D-muuntimet
R	Kiinteät ja säädettävät vastukset sekä erikoisvastukset (PTC, NTC, VDR jne.)
S	Kytkimet ja painikkeet
T	Muuntajat
V	Diodit (myös ledit), tyristorit, triakit, bipolaaaritransistorit, fetit ja optoeristimet
X	Liittimet

2.1.5 Piirikaavioiden esitystavat

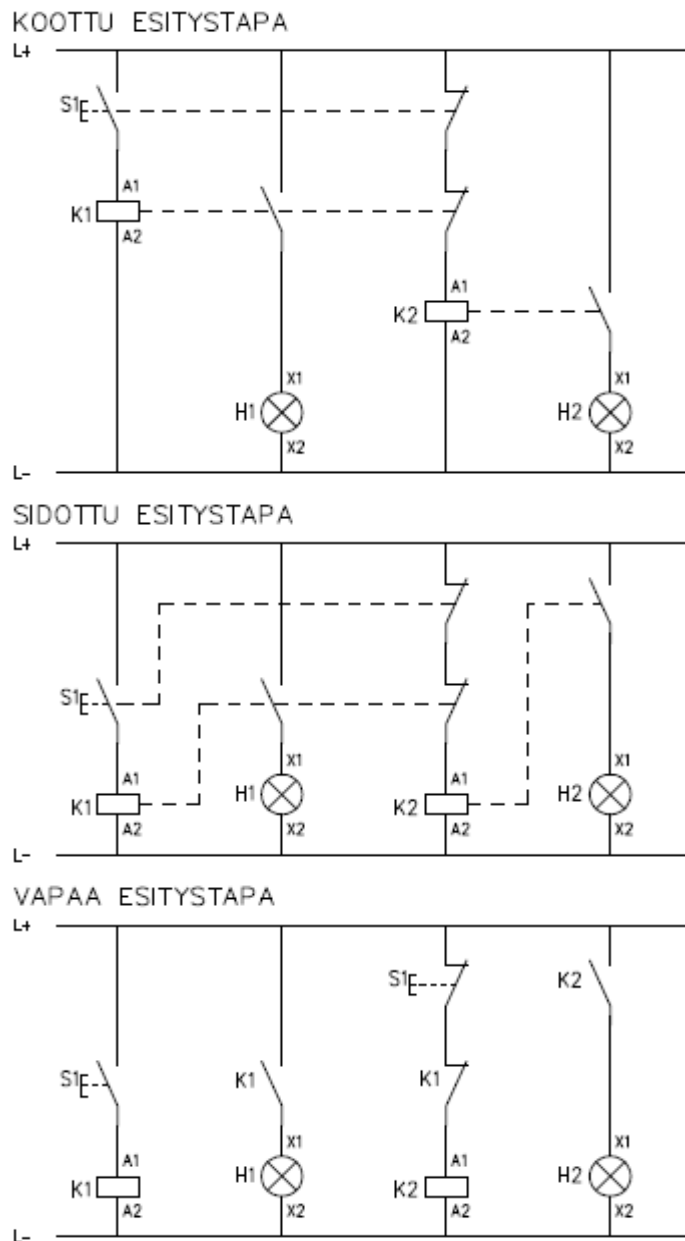
Kuten jo edellisessä osiossa (2.1 piirikaaviot) kerrottiin, piirikaavioissa esitetään yksityiskohtaisesti sähkölaitteen tai -järjestelmän rakenne ja kytkennät. Piirikaavioissa itsessään on muutama tyypillinen piirto- ja esitystapa. Nämä piirtotavat pätevät edellisessä osiossa läpikäydyssä sisäisessä piirtotavassa.

Sisäisen piirtotavan eri tyypit ovat: koottu esitystapa, sidottu esitystapa ja vapaa esitystapa. Kootussa esitystavassa kytkimet ja kontaktorit on koottu riviin niiden kaikkien kärkien kanssa yhdeksi komponenttipaketiksi. Tässä esitystavassa on hyvää se, että nähdään välittömästi mitkä kärjet kuuluvat mihinkin laitteeseen. Tätä esitystapaa käytetään kuitenkin ainoastaan hyvin yksinkertaisissa kaavioissa, sillä kaavioista tulee nopeasti erittäin sekavia ja vaikeita piirtää. (Ahoranta 2005, 140–141)

Sidotussa esitystavassa kootaan kytkimet, kontaktorit ja niiden kärjet hieman samantyyppisesti kuin kootussa esitystavassa. Tässä piirtotyyliä ei kuitenkaan koota kaikkia komponentteja ja niiden koskettimia riviin, vaan kunkin komponentin koskettimet yhdistetään

sideviivalla itse komponenttiin. Hyödyt ja haitat kootussa- ja sidotussa esitystavassa ovat samat. (Ahoranta 2005, 140)

Viimeinen ja eniten käytetty piirtotyyli on vapaa esitystapa. Tässä esitystavassa laitteita ja niiden kärkiä ei sidota tai koota toisiinsa. Niiden yhteenkuuluvuus hoidetaan positiomalla kukin komponentti ja sen kärjet erikseen samalla tunnuksella. Vapaan esitystavan hyödyllisin piirre on sen suoraviivaisuus ja helppo luettavuus. Kaavioiden tuottaminen on myös helpointa tällä piirtotavalla. Esitetään seuraavaksi kustakin piirtotavasta yksinkertainen esimerkkikaavio (kuva 6). (Ahoranta 2005, 141)



KUVA 6. Piirikaavioesitystapojen esimerkkikaaviot (Ahoranta 2005, 140–141)

Nykyään käytetään lähes poikkeuksetta vapaata esitystapaa. Tässäkin piirtotyylissä on vielä monta eri tottumusta ja tyyliä. Kun siirrytään pienistä koneista, joissa on esimerkiksi yksi painonapilla ohjattava moottori, suurempiin kokonaisuuksiin, joissa moottoreita ohjaa automaatiojärjestelmä, nähdään piirtotyyleissä jo huomattavia eroja. Ensinnäkin tällaisissa tapauksissa on mahdotonta saada kaikki asiat samaan piirikaavioon, jonka vuoksi piirikaaviosta tulee monisivuinen. Tällöin esimerkiksi moottorin pääkaavio piirretään yhdelle sivulle ja esimerkiksi moottoria ohjaavan logiikan kytkennät toiselle sivulle.

Yksi suuri ero piirikaavioissa tulee, kun piirretään logiikan tulojen ja lähtöjen kytkennät. Suurissa kokonaisuuksissa, joissa on paljon mittauksia, piirretään normaalisti yhdelle sivulle yhden mittauksen kytkennät logiikan kortilta toimilaitteelle. Jos kokonaisuus on pienen tai keskisuuren kokoinen koneikko, jota ohjaa kuitenkin logiikka, mittauksia piirretään tavallisesti useita samalle sivulle. Jos on mahdollista ja selkeästi toteutettavissa, niin yhden logiikkakortin kaikki mittaukset kortilta toimilaitteille. (Aura 2016)

2.1.6 Piirrosmerkit

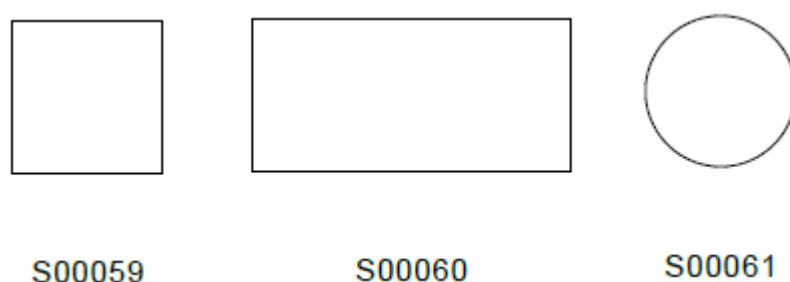
Piirrosmerkkien käyttöön ja uusien merkkien luontiin vaikuttavat standardit ISO/IEC 81714 (piirrosmerkkien suunnittelusäännöt), IEC 60617 (sähkökaavioissa käytettävät piirrosmerkit) ja ISO 14617 (kaavioissa käytettävät piirrosmerkit). (SFS-EN 61082-1 2015, 86). Piirrosmerkin koko ja viivojen leveys ei vaikuta sen merkitykseen. Piirrosmerkin muoto ja sisältö valitaan parhaiten toimintaa kuvaavaksi. Piirrosmerkki luodaan ruudukon avulla ja ruudukon ruutujen kokona toimii valittu moduulikoko *M*.

Piirrosmerkkien tulee muuttua käytetyn moduulikoon mukaisesti. Piirrosmerkin kokoa voidaan tarvittaessa muuttaa jos

- laitteeseen lisätään tulojen tai lähtöjen määrää
- helpotetaan lisäinformaation esittämistä
- korostetaan tiettyjä näkökohtia
- helpotetaan piirrosmerkin käyttöä tarkennusmerkkinä tai sovitetaan se piirustuksen tasopiirustuksen tai kartan kanssa. (SFS-EN 61082-1 2015, 27)

Piirrosmerkki komponentille, joka sisältää liikkuvan osan, esitetään SFS-EN 61082-1 standardin mukaisessa asennossa tai tilassa. Kytkintiedot, esimerkiksi kontaktorin kärjet tai jousipalautteiset kytkimien kärjet, tulee esittää lepo- ja sähköttömässä tilassa. Jos kytkin on moniasentoinen käsiohjattu kytkin, tulee asento ja asennonmukaiset kytkintiedot näkyä sähkökuvassa. Selkeyden lisäämiseksi moniasentoisiin kytkimiin voidaan lisätä viereen kytkintilataulukko.

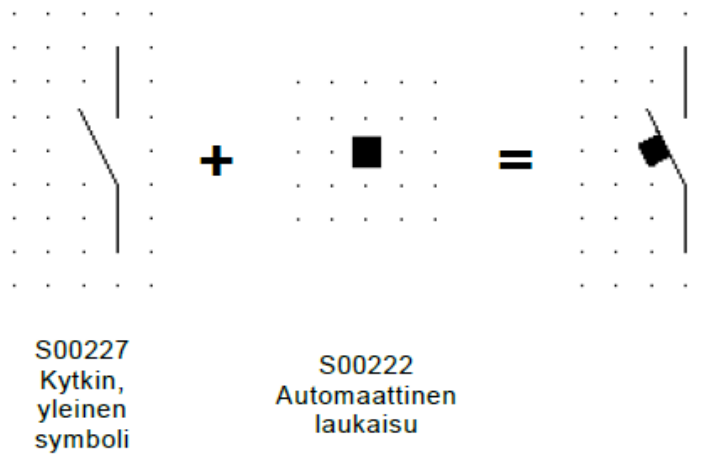
Jos tarvittavaa piirrosmerkkiä ei löydy standardista IEC 60617, voidaan uusi piirrosmerkki luoda piirrosmerkkiä S00059, S00060 tai S00061 käyttäen ja yhdistellen (kuva 7). (SFS-EN 61082-1 2015, 86)



KUVA 7. Uuden piirrosmerkin pohjat (SFS-EN 61082-1 2015, 86)

Toinen vaihtoehto on kehitellä uusi piirrosmerkki käyttäen vanhoja piirrosmerkkejä. Tässä tavassa valitaan parhaiten uutta merkkiä kuvaava piirrosmerkki ja yhdistetään siihen yksi tai useampi lisäpiirrosmerkki. Uuden piirrosmerkin pohjana, peruspiirrosmerkkinä, voi toimia esimerkiksi edellisen kuvan muoto, johon liitetään jo olemassa olevia lisäpiirrosmerkkejä. Lisäpiirrosmerkki voidaan sijoittaa pohjalla olevan peruspiirrosmerkin sisälle, ulkopuolelle tai sen päälle. Lisäpiirrosmerkkejä käytetään selkeyttämään komponentin tarkoitusta. Liiallinen lisäpiirrosmerkkien määrä voi kuitenkin luoda epäselvyyttä, jolta on välttyttävä. (SFS-EN 61082-1 2015, 86)

Otetaan uuden komponentin luontiesimerkiksi johdonsuojakatkaisija. Komponentin pääkonsepti on avata tai sulkea jokin piiri, joten kytkimen piirrosmerkki kuvaa hyvin tätä toimintaa. Komponentin on kuitenkin laukaistava automaattisesti ja standardi IEC 60617 sisältää automaattista laukaisutoimintaa kuvaavan tarkennusmerkin S00222. Seuraavaksi luodaan johdonsuojakatkaisijan piirrosmerkki useasta piirrosmerkistä (kuva 8). (SFS-EN 61082-1 2015, 87)



KUVA 8. Johdonsuojakatkaisija esitettynä kytkimen ja automaattisen laukaisun piirrosmerkillä (SFS-EN 61082-1 2015, 87)

Kuten edellisestä kuvasta (kuva 8) voidaan huomata, piirrosmerkit luodaan käyttäen apuruudukkoa sopivalla moduulijaolla.

2.2 Muut sähkötekniset dokumentit

Tässä osiossa käydään läpi automaatiosuunnitteluprojektin dokumentoinnin vaiheet sekä näiden dokumenttien ja luetteloiden tarkempi rakenne ja sisältö. Standardit IEC 61082 (sähkötekniikassa käytettävien dokumenttien laadinta), IEC 62027 (Osaluetteloiden laadinta) ja IEC 82079 (Käyttöohjeiden laadinta) vaikuttavat muiden dokumenttien rakenteeseen ja sisältöön. (SFS-EN 61082-1 2015, 11)

Dokumentit luodaan koneikon tai laitekokonaisuuden kaikista sähkö-, pneumatiikka- ja hydraulikkalaitteista sekä -komponenteista, näiden siirtoyhteyksistä ja sähkökeskuksista. Dokumentaatio voidaan jakaa myös pienempiin osiin, esimerkiksi keskuksittain. Luo- duista dokumenteista luettelot voidaan tehdä joko konepiirustusten tapaan piirtopohjaan ja sijoittaa luettelo nimiön päälle, tai luoda luettelo erilliseen dokumenttiin esimerkiksi käyttäen Excel-ohjelmistoa. (Jumpponen 1999, 502)

2.2.1 Luettelot

Kaapeliluettelo kertoo tarkasti jonkin rajatun alueen kaapeloinnista ja siirtoyhteyksistä (esimerkiksi pneumatiikka, hydraulikka, valokuitu). Kaapeliluetteloon merkitään johonkin koneikkoon, tai keskukseen liittyvät kaapeloinnit. Siihen merkitään yksityiskohtaisesti jokaisen kaapelin

- tunnus
- tyyppi
- pituus
- mistä ja mihin kaapeli kulkee
- tarvittaessa kaapelin tunnistamiseen tarvittavat tiedot. (Aura 2016)

Osaluettelo laaditaan vastaavanlaiseen kokonaisuuteen kuin kaapeliluettelo. Osaluettelo laaditaan esimerkiksi laitoksen osasta tai koneikon kustakin sähkökotelosta erikseen. Se sisältää tietoa käytetyistä osista. Siihen merkitään yksityiskohtaisesti kussakin kotelossa käytetyt

- komponentit ja laitteet
- niiden tunnuksot ja nimitys
- kappalemäärä
- valmistaja ja valmistajan tyyppimerkintä. (Aura 2016)

Osaluetteloon kannattaa merkitä myös komponenttia tarkentavia tietoja, esimerkiksi jännitealue tai komponentin käyttötarkoitus lyhyesti. Osaluettelo laaditaan eri tarkoituksiin esimerkiksi keskusosien, valaisinosien ja varaosien hankkimista ja käyttöä varten. (Jumpponen 1999, 502)

Laiteluettelo on edellä mainitun osaluettelon erikoismuoto ja se laaditaan jonkin kokonaisuuden, esimerkiksi koneikon, kaikista laitteista. Tätä luetteloa käytetään kojeita ja laitteita hankittaessa, asennettaessa ja laitteiden käyttö- ja huoltotehtävissä. Luetteloön kirjattavat laitteet voivat sijaita joko keskusten sisällä tai ulkopuolella. Laitteita ovat esimerkiksi rajakytkin, pinnankorkeusanturi, magneettiventtiili, paine-erolähetin ja lämmitin. Laiteluetteloon ei merkitä keskusten sisällä olevia komponentteja, vain siellä olevat laitteet. (Jumpponen 1999, 502)

Laiteluetteloon merkitään laitteiden

- tunnus
- nimitys
- sijainti
- valmistaja ja valmistajan tyyppimerkintä
- mitta-arvo
- toimintaraja-arvo
- signaalin tyyppi (digitaalinen vai analoginen)
- onko signaali logiikan lähtö vai tulo
- kuuluuko laite hätäseistuloihin tai -lähtöihin. (Aura 2016)

Luetteloon kannattaa merkitä myös komponenttia tarkentavia tietoja, esimerkiksi jännitealue, laitteelta saatavan tiedon tyyppi tai komponentin käyttötarkoitus lyhyesti. Tyypillinen laiteluettelon esimerkki on valaisinluettelo, tai kenttälaiteluettelo. (Aura 2016)

Moottoriluettelo laaditaan vastaavanlaiseen kokonaisuuteen kuin laiteluettelo. Poikkeuksena tästä luettelosta voidaan jättää pois keskusten sisäiset puhaltimet. Luetteloon merkitään moottorin

- positio
- keskuslähtö
- nimitys
- tyyppi (esimerkiksi oikosulkumoottori tai servomoottori)
- moottorin ohjaustapa (esimerkiksi pehmokäynnistinkäyttö)
- teho (kW)
- nopeus (rpm)
- virta (A)
- käyttöjännite (V, D/Y)
- valmistaja ja valmistajan tyyppimerkintä
- onko käyttö yksi- vai kaksisuuntainen
- onko moottori moninopeuksinen tai taajuusmuuttajakäytetty
- lisälaitteet (esimerkiksi termistori). (Aura 2016)

Luetteloon kannattaa merkitä myös komponenttia tarkentavia tietoja, esimerkiksi onko moottorissa erillispuhallin jäähdytyskäyttöön, tai onko tajuusmuuttajakäytetyllä moottorilla jarruvastus. (Aura 2016)

Kilpiluettelo on luettelo sähkölaitteistossa käytettävistä tunnuskilvistä. Kilpiluettelo laaditaan oikeastaan vain kilpien valmistusta varten, mutta sillä voidaan myös välittää tietoa projektin toimittajien välillä ja näin yhtenäistää käytettäviä tunnusmerkkejä ja nimityksiä. Kilpiluetteloon tulee merkitä siihen tulevan tekstin lisäksi myös kilven materiaali, koko, kirjainkoko ja kiinnitystyyppi. (Jumpponen 1999, 505)

2.2.2 Selostukset ja ohjeet

Asiakkaalle toimitettavan laitteiston käyttöön liittyviä dokumentteja ovat laitteiston toimintaselostus ja käyttöohjeet. Toimintaselostus laaditaan selventämään ja täydentämään piirustuksen antamaa tietoa toimitetusta laitteistosta. Se sisältää laitteisto- tai järjestelmäkohtaista perus- tai yksityiskohtaista tietoa. Toimintaselostus voi koostua pelkästä tekstiselityksestä, tai siihen voidaan liittää tekstiä tukevia kuvia, kuvaajia tai taulukoita.

Toimintaselostus on yleensä tarpeen luoda erilaisista ohjaus-, valvonta- ja hälytystoiminnoista sekä telejärjestelmistä. (Jumpponen 1999, 511)

Käyttöohjeet on tarkoitettu yksityiskohtaiseksi ohjeeksi laitteiston käyttäjälle. Se sisältää laitteesta tietoja, joita käyttäjä tarvitsee voidakseen käyttää ja huoltaa laitteistoa tai laitetta turvallisesti ja oikein. Usein käyttöohje voidaan korvata käyttöpiirustuksella tai -kaavilla. Käyttöohjeeseen voi sisältyä myös laitteen huollossa tarvittavaa tietoa tai huolto-ohje voidaan laatia myös erilliseksi asiapaperiksi. Automaatioprojektin dokumentoinnissa käyttöohjetta käytetään tavallisesti valvomokäyttöliittymän toimintojen käyttämiseen ja työskentelyn avuksi. Selostuksen tulee muodostaa oma kokonaisuutensa, ja viitteitä muihin asiapapereihin ja dokumentteihin on vältettävä. (Jumpponen 1999, 511)

2.2.3 Dokumentoinnin vaiheet

Jokainen projekti alkaa aina esisuunnittelusta. Esisuunnittelun perusta on suunniteltavan kohteen kokonaisuuden ymmärtäminen ja tarvekartoitus. Tämä on tärkeä asia, sillä jos koneen toiminnan ymmärtää kokonaisuudessaan, voidaan ennaltaehkäistä suunnittelussa tapahtuvia virheitä. Tarvekartoituksella taas tarkoitetaan laitteiston tilaajan, käyttäjien ja ylläpitäjien tarpeiden tyydyttäminen mahdollisimman hyvin (Antikainen ym. 1993, 122). Kun kone valmistetaan tilaajan toiveiden mukaisesti, kone toimii todennäköisesti tehokkaammin ja asiakkaan haluamalla tavalla. Esisuunnitteluun kuuluu myös kohteeseen tarvittavien laitteiden selvittäminen sekä koneeseen liittyvän turvallisuuden suunnittelu. (Aura 2016)

Itse suunnittelu alkaa käytettävien laitteiden listauksesta, jolloin laaditaan laite- ja moottoriluettelot, päätetään sähkökeskusten sähköisestä koosta (esimerkiksi mitoitusvirta ja käytettävät jännitteet) ja mahdollisten alakeskusten ja kenttäkoteloiden määrästä. Kun käytettävät laitteet on päätetty, voidaan näiden laitteiden tietojen perusteella alkaa piirtämään piirikaavioita. Kun uusi dokumentointitapa otetaan käyttöön (katso osio 3 dokumentoinnin tehostaminen) yrityksessä, niin ennen piirikaavioiden piirtämistä luodaan Excel-tiedosto, jonka kautta piirikaaviot generoidaan. Tässä vaiheessa piirikaavioista luodaan ensimmäinen revisio. Tämän revision pohjalta luodaan kohteen keskuksista layoutkaaviot, eli laitesijoittelukuvat, osaluettelo sekä kaapeliluettelo. (Aura 2016)

Edellä mainitut dokumentit toimitetaan asennuskohteeseen, joiden pohjalta asennukset suoritetaan. Asennusten aikana ilmenneet muutokset kirjataan kuhunkin dokumenttiin. Kun laitteisto on asennusten osalta valmis, seuraa käyttöönotto. Käyttöönotossa testataan uusi laitteisto kokonaisuudessaan. Käyttöönotosta luodaan käyttöönottopöytäkirjat, tarkastuspöytäkirja, mittauspöytäkirja ja hätäseiskoestuspöytäkirja. (Aura 2016)

Lopuksi laitteiston tilaajalle luovutetaan loppudokumentit, jotka koostuvat edellä mainituista dokumenteista. Loppudokumentointia varten päivitetään asennusten yhteydessä ilmenneet muutokset kaikissa dokumenteissa. Työn tilaajalle luovutettavat dokumentit ovat: moottori-, laite-, osa- ja kaapeliluettelo, piirikaaviot, keskusten layout-kuvat sekä edellä mainitut käyttöönottodokumentit. Tilaaajalle tulee luovuttaa mahdollisesti myös laitteiston käyttöohje, joka sisältää esimerkiksi valvomotietokoneiden käyttöohjeet, tärkeimpien toimilaitteiden käyttöohjeet ja toimilaitteiden käyttöparametrit. (Aura 2016)

2.3 CADS Planner Electric Pro

Tässä osiossa tutustutaan työssä käytettyyn CADS Planner Electric Pro sähkösuunnitteluohjelmistoon ja tarkemmin sen automaatioprojektissa hyödynnettäviin ominaisuuksiin. CADS Planner Electric on Suomen käytetyin ja laajin sähkösuunnittelun ja -urakoinnin ohjelmisto. Yrityksen sivuilla sanotaan sen soveltuvan laajasti sähkö- ja automaatioalan eri suunnittelu- ja dokumentointitarpeisiin: rakennussähköistys, teollisuussähkö- ja automaatio sekä keskusten layout-suunnittelu. Kymdata Oy on suomalainen yritys ja sen CAD-ohjelmisto (computer aided desing), eli tietokoneavusteinen suunnitteluohjelmisto CADS Planner on kehitetty Suomessa. (CADS 2016)

Standardiin SFS-EN 61082-1 on listattu tietokoneavusteisten työkalujen, joiden ilmoitetaan noudattavan tätä standardia, vaatimukset. Ohjelmiston on täytettävä asiaankuuluvat standardit seuraavasta luettelosta

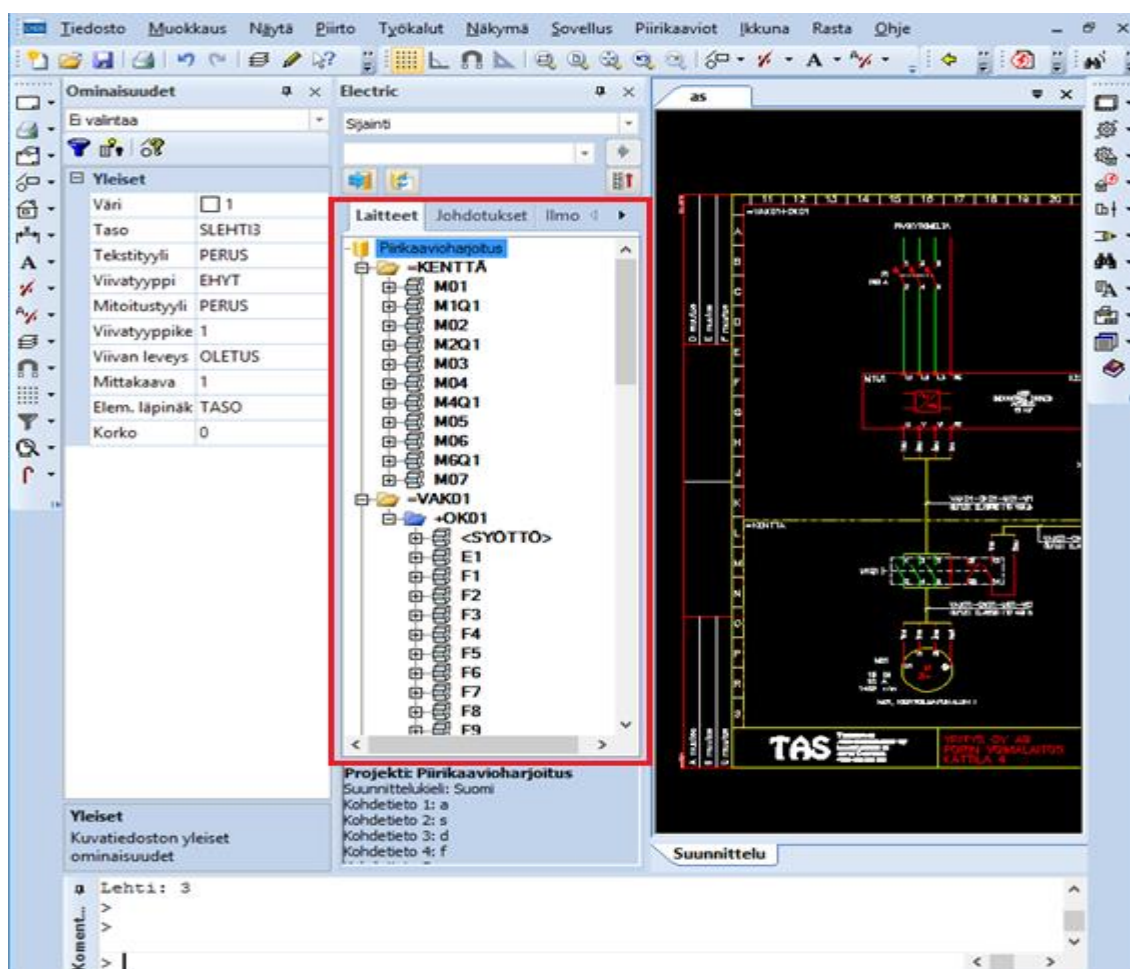
- IEC 60617 sähkökaavioiden piirrosmerkit,
- IEC 60848 jaksottaistoiminnan toimintadiagrammit,
- IEC 61175 signaalien tunnuksset,
- IEC 61355-1 dokumenttien hallinta dokumentin luokittelun ja tunnuksen avulla,
- IEC 61666 liittimien tunnistaminen järjestelmässä,
- IEC 62023 informaation jäsentely,
- IEC 62027 osaluetteloiden laatiminen,
- IEC 62491 kaapeleiden ja johtimien tunnuksset,
- IEC 81346-1 ja IEC 81346-2 viitetunnuksset,
- ISO 81714-1 piirrosmerkkien suunnittelu,
- IEC 81714-2 piirrosmerkit,
- IEC 82045 dokumentteihin liittyvä hallinnollinen data,
- IEC 82079-1 käyttöohjeiden laatiminen. (SFS-EN 61082-1 2015, 84–85)

Kymdata ilmoitti heidän sähkösuunnitteluohjelmiston CADS Plannerin tukevan osittain standardia SFS-EN 61082-1. Ohjelmisto ei sisällä valmiiksi aputoimintoja kaikille standardin vaatimuksille, mutta käyttäjän toimia ei ohjelmistossa ole rajoitettu. Tästä johtuen piirustusohjelmistolla pystyy luomaan minkälaisen dokumentin tahansa. On siis osittain käyttäjästä kiinni vastaako piirustus standardin vaatimuksia. (CADS tukipyyntö 2016) Kymdatan kotisivuilla mainitaan ainakin komponenttien tunnuksien hallinnan perustuvan täysin IEC-standardiin. (CADS 2016)

Yleistä sähkösuunnittelun CAD-ohjelmissa on standardisymbolien käyttö, näin on myös CADS Planner -ohjelmistossa. Tietokoneella piirtämisen perusosana toimii suora viiva, joista kaikki kuvien muodot koostuvat. Piirto-ohjelmalla voidaan luoda ja yhdistellä uusia piirustusmerkkejä piirustuksen osiksi. Ohjelmistolla voidaan suurentaa, pienentää, kiertää, siirtää, kopioida ja poistaa piirrettyjä osia. (Jumpponen 1999, 59)

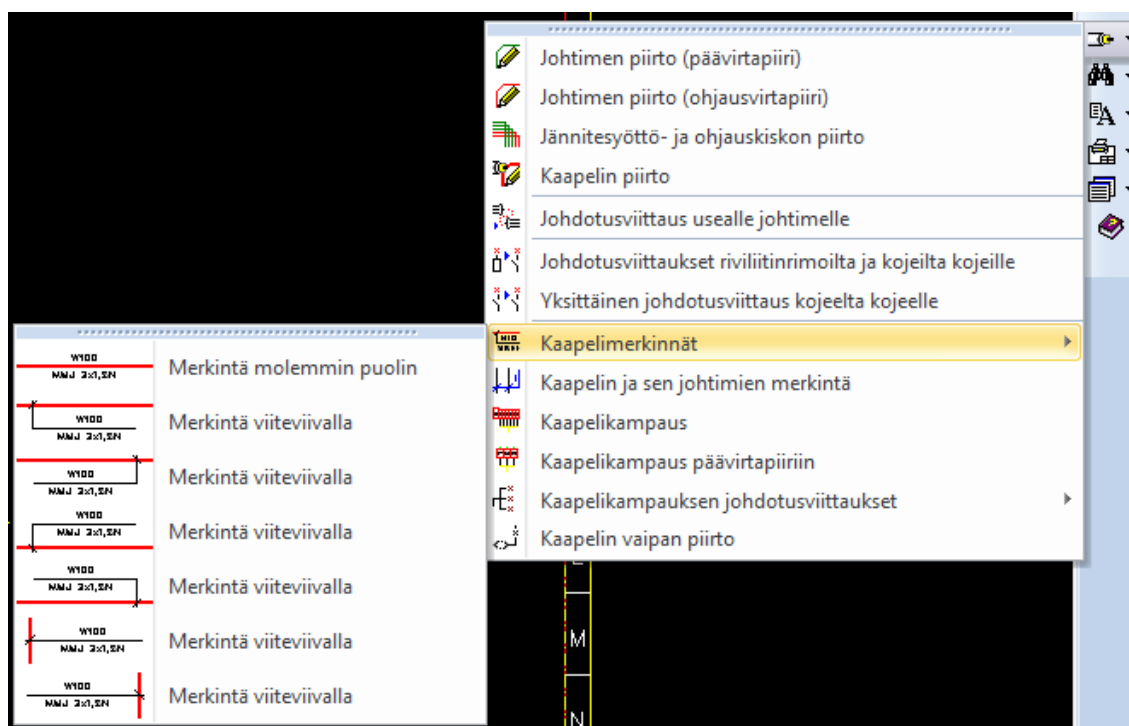
2.3.1 Piirikaaviosovellus

Standardissa IEC 81346-1 esitetään, että tuotetta koskeva informaatio voidaan ryhmitellä puumuotoisiin rakenteisiin. Rakenteet edustavat sitä tapaa, jolla kohde jaetaan sen osakohteisiin, esim. prosessi pienempiin prosesseihin tai tuote osatuotteisiin (komponentteihin). Pienemmissä projekteissa tämä voi tarkoittaa esimerkiksi pääkeskuksen syöttämiä keskuksia, tai koneikon laitteita. Seuraavaksi on esitetty esimerkki CADS Planner-ohjelmiston piirustuskäytöstä ja puurakenteesta (kuva 9). (SFS-EN 61082-1 2015, 16)



KUVA 9. CADS Planner Electric Pro piirikaaviosovelluksen ulkoasu ja puurakenne. Puurakenne on merkitty kuvaan punaisella laatikolla.

Kaapeleiden piirto piirikaaviosovelluksessa tapahtuu ”johdotustoiminnot”-välilehdeltä. Tavallisesti piirikaavioissa kaapelit piirretään siten, että kaapelin kummassakin päässä on kaapelikampa. Tällöin käytetään piirikaaviosovelluksen ”kaapelikampa”-, tai ”kaapelikampa päävirtapiiriin”-toimintoa (kuva 10). Toiminnosta valitaan kaapelityyppi jonka jälkeen kaapelin voi piirtää piirtopohjaan. Piirto tapahtuu valitsemalla kaapelin alku- ja päätepisteen, jonka jälkeen kaapeli piirtyy.



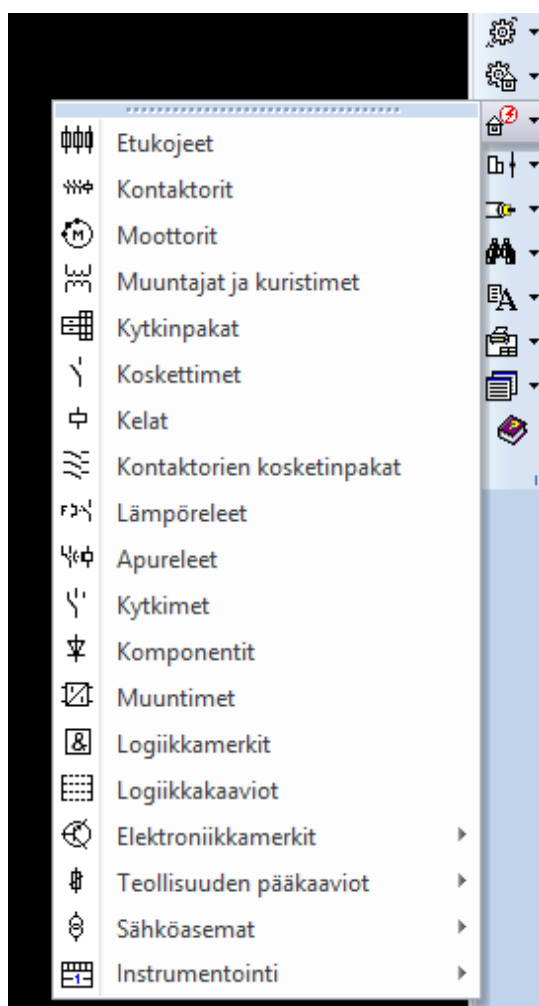
KUVA 10. Piirikaaviosovelluksen johdotustoiminnot

Kuten tässä työssä aikaisemmin mainittiin (katso osio 2.2.1 luettelot), kukin kaapeli tulee merkitä yksilöllisellä kaapelipositiolla, jossa lukee myös kaapelin tyyppi. Kun kaapeli on piirretty piirtopohjaan, valitaan ”kaapelimerkinnot”-toiminto. Toiminnosta valitaan sama käytetty kaapelityyppi kun piirretyllä kaapelilla on ja annetaan kaapelille tunnus. Tämän jälkeen kuvasta osoitetaan kaapelia johon kaapelimerkintä halutaan piirtää.

Johtimen piirto tapahtuu samalla tapaa kuin normaalin viivan piirto. Johtimelle valitaan alkupisteeksi esimerkiksi jokin kuvassa oleva riviliitin. Tämän jälkeen alkupää kiinnittyy riviliittimeen, jonka jälkeen valitaan johtimen loppupiste. Kuten edellä olevasta kuvasta nähdään (kuva 10), johtimen piirtoon on kaksi toimintoa, johtimen piirto päävirtapiiriin ja ohjausvirtapiiriin. Kumpikin toiminto toimii samalla tavalla, ainoastaan viivan väri vaihtuu näiden toimintojen välillä. Suositeltavaa kuitenkin on, että vihreää väriä käytetään päävirtapiiriä piirrettäessä ja punaista väriä ohjausvirtapiiriä piirrettäessä. Jos piirikaavioon piirretään jännitekiskosto, se voidaan piirtää joko käyttäen erillisiä johtimia, tai ”jännitesyöttö- ja ohjauskiskon piirto”-toimintoa. Tämä toiminto on kätevä ja aikaa säästävä, sillä se osaa jaotella kiskoston viivat tasaisesti haluamalla jaolla sekä merkitä automaattisesti kiskostoon vaiheiden tunnuksot ja jännitealueen.

Jos johtimia halutaan piirtää lehdeltä toiselle, ohjelmisto sisältää automaattisen viittaustoiminnon. Viittaustoiminto on käytössä kun käytetään kumpaa tahansa johtimen piirto-toimintoa. Tällöin valitaan johtimen alkupiste vastaavasti kun normaalisti, mutta johtimen toinen loppupää piirretään piirtopohjan tyhjään kohtaan. Tällöin ohjelmisto kysyy, mihin sivulle johdin jatkuu. Kun toinen pää on piirretty jälkimmäiselle sivulle, ohjelmisto kirjoittaa johtimen tyhjiin päihin viittauksen sivulle, sijaintiin ja laitteelle, jossa johtimen toinen pää sijaitsee. Luotuja viittauksia voidaan käyttää hyväksi piirikaavioissa navigoitaessa tuplaklikkaamalla viittaustekstiä, jolloin ohjelma näyttää johtimen toisen päänsijainnin osoitteen piirtopohjalla.

CADS Planner sisältää kattavan sähkökomponenttien ja -laitteiden symbolikirjaston, jonka lisäksi omien symbolien luonti on myös mahdollista. Symbolikirjasto sisältää kaikki normaalit suunnitteluun tarvittavat piirrosmerkit, mutta lisäksi myös sähköasemien piirikaavioissa käytettävien komponenttien merkkejä (kuva 11).



KUVA 11. Sähkökomponenttiluettelo

Komponenttien käyttämiseen ja muokkaukseen on myös hyödyllisiä toimintoja, esimerkiksi ”vaihda symboli”-toiminto. Tällä toiminnolla voidaan vaihtaa esimerkiksi piirretty avautuva kosketin sulkeutuvaksi, ilman että johdotusta tarvitsee piirtää uudestaan. Toinen kätevä ominaisuus on ”näytä puussa”-toiminto, joka näyttää valitun laitteen sijainnin projektipuussa.

CADS Planner Electricin uusimmassa versiossa on panostettu myös tulostustoimintoihin. Samassa tiedostossa oleva monisivuinen piirikaavio voidaan tulostaa ”jonotulostus kuvan lehdistä”-toiminnolla, jolloin ohjelma antaa valita tulostettavat sivut. Jos piirikaaviot on luotu moneen eri dokumenttiin, niin käyttämällä ”jonotulostus useasta kuvasta”-toimintoa, voidaan kaikki piirikaavioiden lehdet tulostaa kerralla. Tulostus tapahtuu joko suoraan tulostimella, tai tallennettavana tiedostona pdf-muodossa.

CADS Planner sisältää ominaisuuden jonka avulla pystytään generoimaan usean sivun piirikaavioita Excel-tiedoston ja CAD-pohjakuvien avulla. Tätä ominaisuutta käsitellään tarkemmin osiossa ”3.1 piirikaavioiden generointi Excel-tiedostolla”.

2.3.2 Tietokanta piirikaaviosovelluksessa

CADS Planner-ohjelmistossa on monta eri piirtosovellusta, joissa kaikissa on hieman omanlaisensa tietokantasovellus. Tässä osiossa käydään läpi piirikaaviosovelluksen tietokantaa, sen toimintoja ja ulkoasua. Tietokantasovelluksen nimi on Electric DB.

Kun avoinna oleva projekti lisätään tietokantaan, ohjelma kerää piirretyistä piirikaavioista tietoja. Näitä tietoja voivat olla esimerkiksi aluerajaukset joiden sisällä on sähkölaitteita. Nämä aluerajaukset ja sähkölaitteet muodostavat tietokantaan puumuotoisen rakenteen. Piirustusohjelma näyttää tietokanta-ikkunassa myös komponenteille valmiiksi määritellyt ja syötetyt tiedot. Projektin tietokantaikkuna näyttää seuraavalta (kuva 12).

Tunnus	Kokotunnus	Asiakastunnus	Laitetyyppi	Suunnittelualue	Laitteen kuvaus
<SYÖTTÖ>	=VAK01+OK01-<SYÖTTÖ>		Liitin		
E1	=VAK01+OK01-E1		Moottori		
F1	=VAK01+OK01-F1		Etukoje		
F10	=VAK01+OK01-F10		Etukoje		
F100	=VAK01+OK01-F100		Etukoje		
F101	=VAK01+OK01-F101		Etukoje		
F102	=VAK01+OK01-F102		Etukoje		
F103	=VAK01+OK01-F103		Etukoje		
F104	=VAK01+OK01-F104		Etukoje		
F105	=VAK01+OK01-F105		Etukoje		
F106	=VAK01+OK01-F106		Etukoje		
F107	=VAK01+OK01-F107		Etukoje		
F108	=VAK01+OK01-F108		Etukoje		
F109	=VAK01+OK01-F109		Etukoje		
F110	=VAK01+OK01-F110		Etukoje		
F2	=VAK01+OK01-F2		Etukoje		
F3	=VAK01+OK01-F3		Etukoje		
F4	=VAK01+OK01-F4		Etukoje		
F5	=VAK01+OK01-F5		Etukoje		

KUVA 12. Electric DB-tietokantatyökalun ulkoasu

Ohjelmisto osaa järjestellä eri komponentit välilehtiin, joista niitä voidaan helposti tul-
kita. Tietokantanäkymässä pystyy myös muokkaamaan minkä tahansa listatun laitteen
tietoja. Sovelluksessa voidaan esimerkiksi määrittää riviliittimen tyyppi monelle liitti-
melle tai yhdelle liittimelle kerrallaan.

Piirustusohjelmisto sisältää valmiita luettelopohjia jotka voi tulostaa Excel-tiedostona
projektitietokantaan lisätystä projektista. Tulostettavia luetteloita ovat

- osaluettelo
- kilpiluettelot laitteille, sähkökoteloille ja kaapeleille
- kaapeliluettelo
- kaapeleiden kytkentäluettelo
- koteloiden sisäisten johdotusten luettelo
- I/O-luettelot.

Seuraavaksi on tulostettu esimerkki piirustusohjelmiston standardikaapeliluettelosta esi-
merkkiprojektissa (kuva 13).

Kaapeliluettelo					
Tunnus	Tyyppi	Mistä	Mihin	Pituus	Huomautus
VAK01-OK01-M01-W1	ÖLFLEX CLASSIC 110 4G35	M1U1	M1Q1	15	
VAK01-OK01-M01-W2	ÖLFLEX CLASSIC 110 4G35	=VAK01+OK01	M01	20	
VAK01-OK01-M01-W3	ÖLFLEX CLASSIC 110 3G1.5	=VAK01+OK01-X1	M1Q1	13	
VAK01-OK01-M02-W1	ÖLFLEX CLASSIC 110 4G6	M2A1	M2Q1	24	
VAK01-OK01-M02-W2	ÖLFLEX CLASSIC 110 4G6	=VAK01+OK01	M02	10	
VAK01-OK01-M02-W3	ÖLFLEX CLASSIC 110 3G1.5	=VAK01+OK01-X1	M2Q1	15	
VAK01-OK01-M03-W1	ÖLFLEX CLASSIC 110 4G2.5	=VAK01+OK01-X3	M03	20	
VAK01-OK01-M04-W1	ÖLFLEX CLASSIC 110 4G2.5	M4U1	M4Q1	13	
VAK01-OK01-M04-W2	ÖLFLEX CLASSIC 110 4G2.5	=VAK01+OK01	M04	24	
VAK01-OK01-M04-W3	ÖLFLEX CLASSIC 110 3G1.5	=VAK01+OK01-X1	M4Q1	10	
VAK01-OK01-M05-W1	ÖLFLEX CLASSIC 110 4G1.5	M5U1	M05	15	
VAK01-OK01-M06-W1	ÖLFLEX CLASSIC 110 4G1.5	M6U1	M6Q1	20	
VAK01-OK01-M06-W2	ÖLFLEX CLASSIC 110 4G1.5	=VAK01+OK01	M06	13	
VAK01-OK01-M06-W3	ÖLFLEX CLASSIC 110 3G1.5	=VAK01+OK01-X1	M6Q1	24	
VAK01-OK01-M07-W1	ÖLFLEX CLASSIC 110 4G1.5	=VAK01+OK01-X7	M07	13	

KUVA 13. Standardikaapeliluettelo tulostettuna esimerkkiprojektista

Ohjelmiston tietokanta sisältää laajan valikoiman eri valmistajien erityyppisiä kaapeleita. Seuraavaksi on esitetty kaapelitietokannan käyttöliittymäikkuna (kuva 14).

Vapaa suodin

Vedä tähän sen sarakkeen otsikko, jonka sisällön mukaan haluat ryhmittää.

	Nimike	Sähkönumero	EAN	Kaapelin tyyppi	Valmistaja	Laji, suomi	Laji, englanti	Laji, ruotsi	Halkaisija
<input type="checkbox"/>	0600141	0600141		MCMK 4x35/16 AN 1 kV	Draka	Voimakaapeli	Power cable	Kraftkabel	28
<input type="checkbox"/>	0600341	0600341		AMCMK 4x35/16 AN	Draka	Voimakaapeli	Power cable	Kraftkabel	28
<input type="checkbox"/>	0601859	0601859		MCMK 4x35/16 AN 1kV	Prysmian Cab	Voimakaapeli	Power cable	Kraftkabel	26
<input type="checkbox"/>	0602141	0602141		MCMK 4x35/16 RM	Draka	Voimakaapeli	Power cable	Kraftkabel	32
<input type="checkbox"/>	0602379	0602379		MCMK F4B 4x35/16	REKA	Voimakaapeli	Power cable	Kraftkabel	28
<input type="checkbox"/>	0603079	0603079		EMCMK F4B 4x35/16	REKA	Voimakaapeli	Power cable	Kraftkabel	29
<input type="checkbox"/>	0607641	0607641		MCMK-LSZH 4x35/16 AN 1kV	Draka	Voimakaapeli	Power cable	Kraftkabel	29
<input type="checkbox"/>	0621859	0621859		AMCMK 4x35/16 AN 1kV	Prysmian Cab	Voimakaapeli	Power cable	Kraftkabel	27
<input type="checkbox"/>	0622379	0622379		AMCMK F4B 4x35/16	REKA	Voimakaapeli	Power cable	Kraftkabel	27

Avaa Lisää projektiin

Projektin kaapelityypit

	Nimike	Sähkönumero	EAN	Kaapelin tyyppi	Valmistaja	Laji, suomi	Laji, englanti	Laji, ruotsi	Halkaisija
<input type="checkbox"/>	L263869	0264254		JAMAK 4x(2+1)x0.5	Draka	Instrumentoin	Instrumentation	Instrumenteri	9,5
<input type="checkbox"/>	0603139	0603139		EMCMK F4B 3x35/16	REKA	Voimakaapeli	Power cable	Kraftkabel	26
<input type="checkbox"/>	L407208	0264953		NOMAK-E 2x2x0.5+0.5	Draka	Instrumentoin	Instrumentation	Instrumenteri	7,5
<input type="checkbox"/>	L407204	0264955		NOMAK-E 4x2x0.5+0.5	Draka	Instrumentoin	Instrumentation	Instrumenteri	9
<input type="checkbox"/>	L407209	0264959		NOMAK-E 8x2x0.5+0.5	Draka	Instrumentoin	Instrumentation	Instrumenteri	12
<input type="checkbox"/>	0404719	0404719		MKEMT 1.5 TUSI	EUPEN	Asennuskaape	Installation cabl	Installationska	3
<input type="checkbox"/>	0603040	0603040		EMCMK F4B 3x6/6	REKA	Voimakaapeli	Power cable	Kraftkabel	17
<input type="checkbox"/>	1119312			ÖLFLEX CLASSIC 110 12G1.5	LappKabel	Voima ja ohja	Power and contr		12
<input type="checkbox"/>	1119907			ÖLFLEX CLASSIC 110 7x1.5	LappKabel	Voima ja ohja	Power and contr		8,9
<input type="checkbox"/>	L504304	0406723		MMJ 3x2.5 S	Draka	Asennuskaape	Installation cabl	Installationska	10

KUVA 14. Kaapelitietokannan käyttöliittymäikkuna

Kaapelitietokannan käyttöliittymäikkunassa on ylhäällä vapaa hakukenttä (vapaa suodin), johon syötetään kaapelin tietoja, ja jonka jälkeen ohjelmisto ehdottaa lähimpänä hakuehtoa olevaa kaapelityyppiä. Jos haluttu kaapeli löytyy, se voidaan lisätä projektiin, jonka jälkeen kyseinen kaapeli löytyy projektin tietokannasta. Uuden projektin tietokannassa ei ole lainkaan kaapeleita, vaan kaikki halutut kaapelityypit tulee etsiä kaapelitietokannan kautta.

CADS Planner sisältää jonkin verran valmiiksi eri valmistajien komponenttien tuotetietoja. Tuotetietoja voi kuitenkin lisätä ohjelmaan valmistajien tuotetietoluetteloiden avulla. Tuotetiedot pystytään tavallisesti hakemaan valmistajien sivuilta, tai jälleenmyyjän sivuilta Excel-tiedostona. Tämän jälkeen tiedosto voidaan ladata CADS Plannerin tietokantaan, jonka jälkeen komponentit ovat käytettävissä ohjelman tuotetietokannassa.

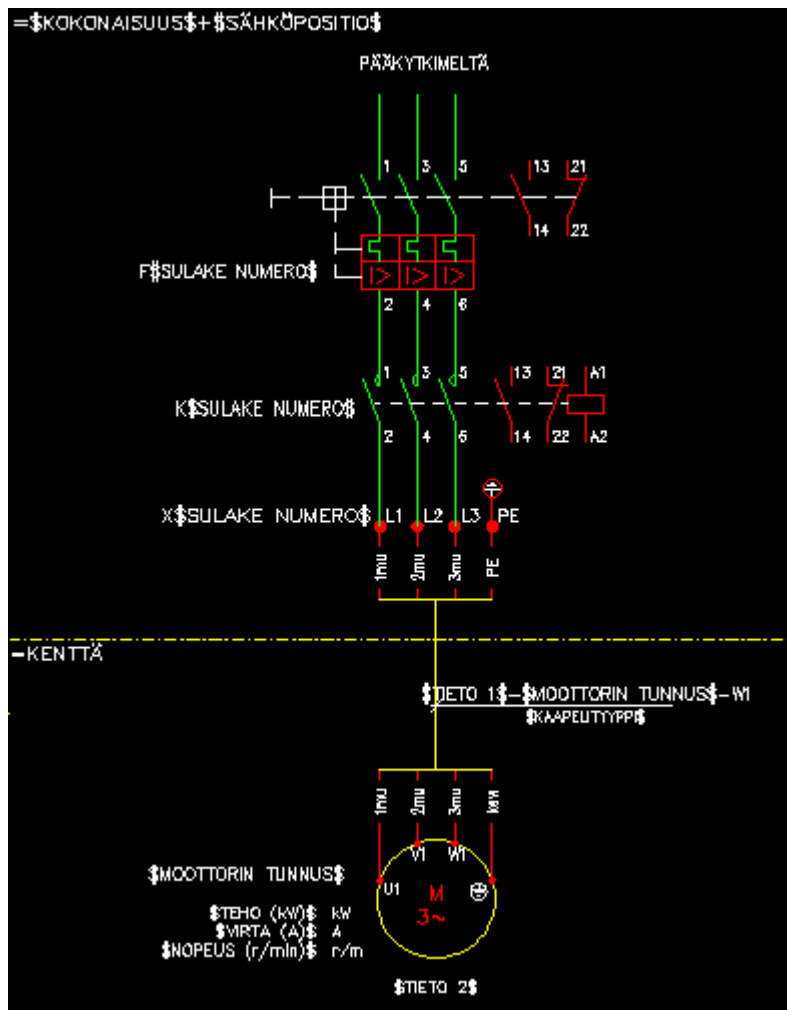
3 DOKUMENTOINNIN TEHOSTAMINEN

Tässä osiossa käydään läpi opinnäytetyön työosuus. Työ tehtiin tehostamaan automaatio-projektin dokumentointia. Työ koostui pääosin Excel-tiedoston luonnista, jonka avulla generoidaan projektin piirikaaviot. Excel-tiedoston avulla generoitavien piirikaaviopohjien luonti oli myös iso osa työtä. Näiden lisäksi työssä keskityttiin piirikaavioista automaattisesti luotaviin luetteloihin.

Työn yksi tavoitteista oli piirikaavioiden luonnissa syntyneiden virheiden minimointi. Tämä virheiden minimointi perustuu luotuun Excel-tiedostoon, jossa on rajoitettu käyttäjän syöttämiä tietoja sekä valmiiksi oikein luotuihin piirikaaviopohjakuviin. Excel-tiedoston rajoitukset on luotu käyttäen ”tietojen kelpoisuuden tarkistus”-ominaisuutta. Ominaisuus rajaa soluun syötettäviä tietoja joko jollekin numeroalueelle, tai soluun etukäteen valituille teksteille (Microsoft 2016).

3.1 Piirikaavioiden generointi Excel-tiedostolla

CADS Planner sisältää ominaisuuden jonka avulla pystytään generoimaan usean sivun piirikaavioita Excel-tiedoston ja CAD-pohjakuvien avulla. Pohjakuvana voi olla periaatteessa mikä tahansa piirikaavio, joka on CAD-tiedosto. Piirikaavioiden luonti perustuu siihen, että eri projekteissa toistuvat käytännössä samat piirikaaviot. Esimerkiksi kaksisuuntaisen moottorikäytön piirikaavio on aina käytännössä samanlainen. Kuvissa ainoastaan komponenttien arvot ja kaapeleiden tyypit vaihtelevat. Nämä tiedot näkyvät piirikaavioissa teksteinä. CADS Plannerin ominaisuus poimii halutuille teksteille uuden arvon projektille luodusta Excel-tiedostosta ja kirjoittaa sen haluttuun piirikaaviopohjaan. Seuraavaksi tässä osiossa luodaan esimerkki yksityiskohtaisine ohjeineen piirikaavioiden luomisesta Excel-tiedostoa käyttäen. (YouTube 2015)



KUVA 16. Suoran moottorikäytön piirikaavio-pohjakuva

Valmiit piirikaaviopohjakuvat tulee tallentaa CADS Plannerin kirjastoon, ”pohjakuvat”-kansioon. Tämä on ainoa polku josta ohjelma osaa pohjakuvat hakea. Moottorin kuva tallennetaan esimerkiksi nimellä ”suora moottorikäyttö, pohjakuva”. Tätä tiedostoa käytetään myöhemmin osiossa ”3.1.3 piirikaavioiden generointi”. Seuraavassa osiossa kerrotaan miten tarvittava Excel-tiedosto luodaan, jolla voidaan generoida valmiita piirikaavioita äsken tehdystä suoran moottorikäytön esimerkkikuvasta.

3.1.2 Excel-tiedoston luonti

Excel-tiedoston luonti aloitetaan avaamalla tyhjä dokumentti, johon kirjoitetaan yksi pakollinen sarake ja tämän jälkeen edellisessä osissa piirikaavioon määritellyt sarakkeet. Tämä yksi pakollinen sarake nimetään nimellä ”Pohjakuva”. Rivi, johon kirjoitetaan ”Pohjakuva” ja muut piirikaavioon määritellyt sarakkeet, on nimeltään määrittelyrivi.

Määrittelyrivillä olevan ”Pohjakuva”-tekstin alapuolelle kirjoitettavan tekstin avulla CADS Planner osaa hakea halutun piirikaaviopohjan kirjastostaan. Tämän jälkeen ohjelma tutkii muut Excel-tiedostossa määrittelyrivillä olevat sarakkeet ja vertaa määritellyn pohjakuvan kanssa samalla rivillä olevia tekstejä. Jos rivillä on tekstiä, se kirjoitetaan pohjakuvaan kohtaan, jossa on määrittelyrivin sarakkeen nimi \$-merkkien välissä. Seuraavaksi on esitetty kuva yksinkertaisesta Excel-tiedostosta, jolla piirikaavioiden generointi voidaan suorittaa (kuva 17).

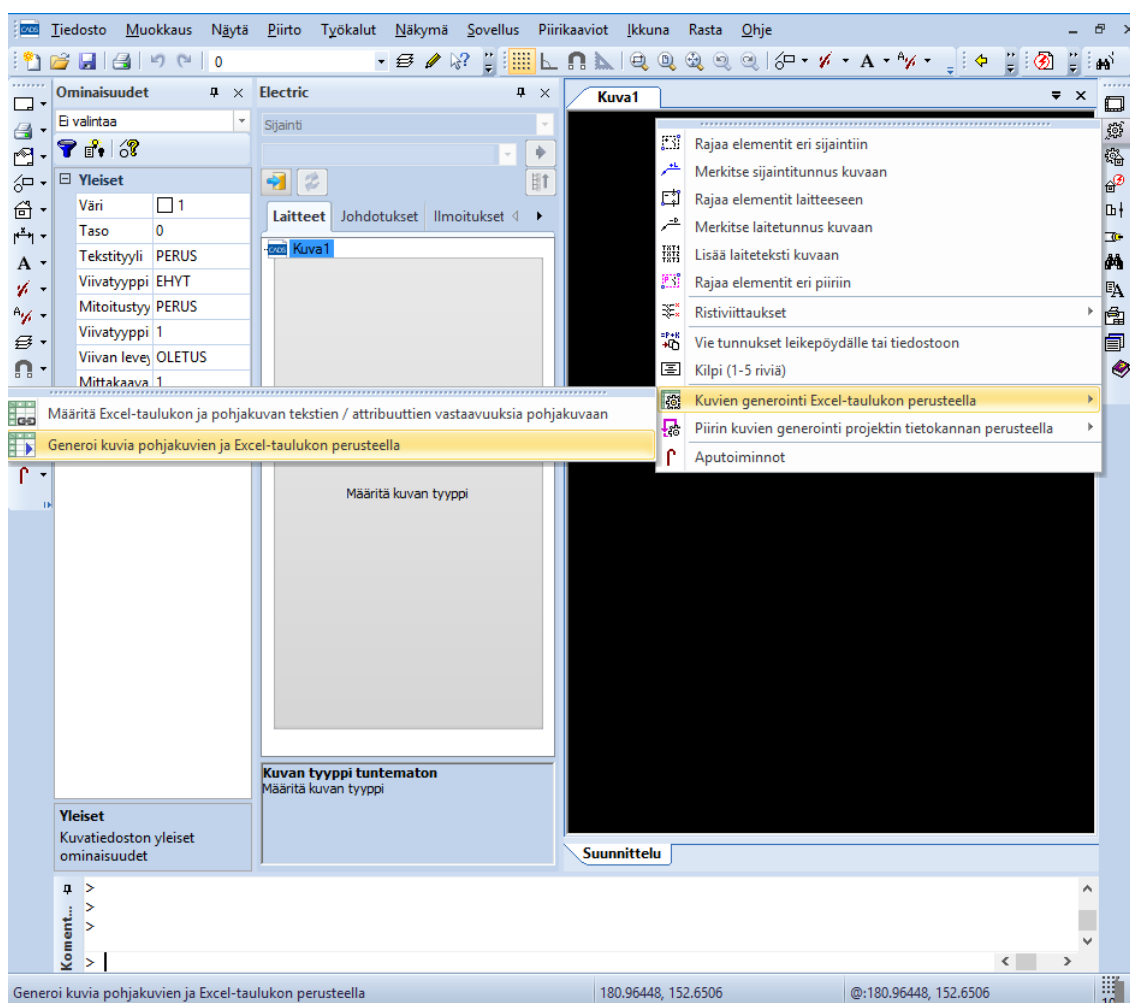
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	POHJAKUVA	KOKONAISUUS	SÄHKÖPOSITIO	SULAKE NUMERO	MOOTTORIN TUNNUS	TIETO 1	TIETO 2	TEHO (kW)	VIRTAA (A)	NOPEUS (r/min)	KAAPELITYYPPI
2	Suora moottorikäyttö, pohjakuva	VA01	OK01	1	M01	VA01-OK01	PUHALLIN 1	11,0	27,3	731	ÖLFLEX CLASSIC 110 4G6
3	Suora moottorikäyttö, pohjakuva	VA01	OK01	2	M02	VA01-OK01	PUHALLIN 2	5,5	13,7	1489	ÖLFLEX CLASSIC 110 4G2,5
4	Suora moottorikäyttö, pohjakuva	VA01	OK01	3	M03	VA01-OK01	PUHALLIN 3	2,8	6,8	989	ÖLFLEX CLASSIC 110 4G1,5

KUVA 17. Excel-generointitiedostoesimerkki

Yllä olevan kuvan Excel-tiedostoesimerkillä luodaan kolmen moottorikäytön piirikaaviot. Kukin moottori on yksilöity nimellä ja jokaiselle on annettu moottorikäytön yksityiskohtaiset tiedot. Yllä olevan esimerkin sarakkeet tieto 1 ja -2 ovat piirikaavioiden piirustusohjelman otsikkotauluun tulevia tietoja. Tieto 1 tarkoittaa laitteiston tunnusta ja tieto 2 tarkoittaa kyseisen moottorikäytön yksilöllistä nimeä. Nämä tiedot ovat työn teettäneen yrityksen vakiintuneet piirikaavioiden piirustusohjelmien otsikkotaulun nimeämiskäytännöt.

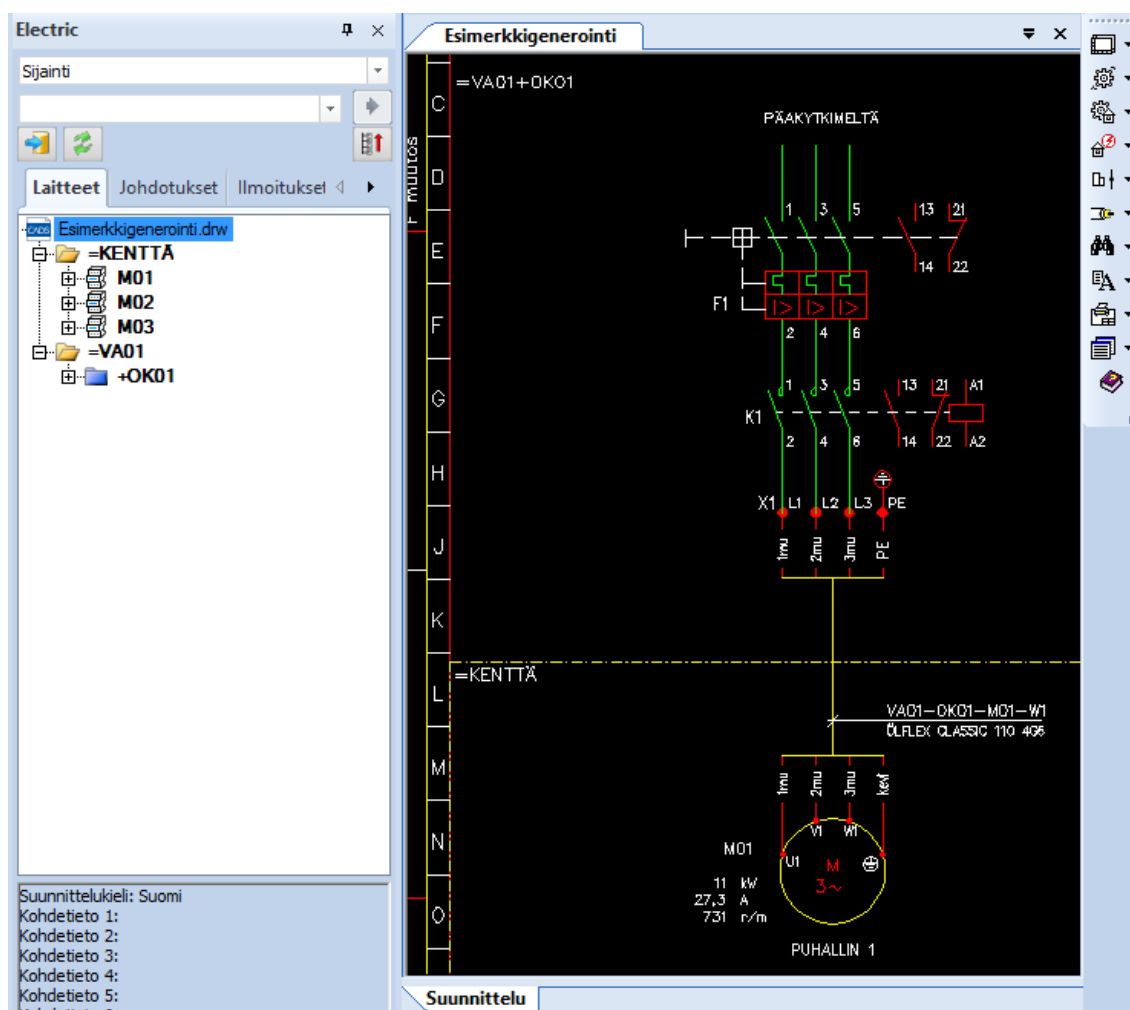
3.1.3 Piirikaavioiden generointi

Piirikaavioiden generointi voidaan suorittaa aikaisemmin tehtyjen pohjakuvan ja Excel-tiedoston avulla. Avataan CADS Planner ja sieltä piirikaavio-sovellus. Sovelluksesta valitaan toiminto ”Generoi kuvia pohjakuvien ja Excel-taulukon perusteella” (kuva 18).



KUVA 18. Piirikaavioiden generointitoiminto

Tämän jälkeen ohjelma haluaa sinun valitsevan Excel-tiedoston josta piirikaaviot generoidaan. Valitaan aikaisemmin osiossa ”3.1.2 Excel-tiedoston luonti” tehty tiedosto. Tämän jälkeen ohjelma kysyy, mikä nimi uudelle generoidulle CADS-tiedostolle annetaan. Annetaan nimeksi ”Esimerkkigenerointi”. Tämän jälkeen ohjelma luo kolmen sivun mittaisen piirikaavion, jonka kullakin sivulla on moottorin piirikaavio yksityiskohtaisine tietoineen (kuva 19).

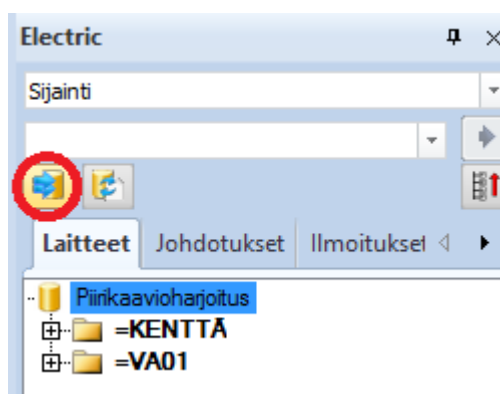


KUVA 19. Excel-tiedoston avulla generoitu moottoripiirikaavio

Kuten yllä olevasta kuvasta voidaan nähdä, projektipuussa näkyy kolme moottoria sijainnissa ”KENTTÄ”, sekä sähkökeskus, jonka positio on ”VA01-OK01”. Tästä voidaan todeta, että kuvat vastaavat niitä tietoja joita edellisissä osioissa määriteltiin (katso osio 3.1.2 Excel-tiedoston luonti).

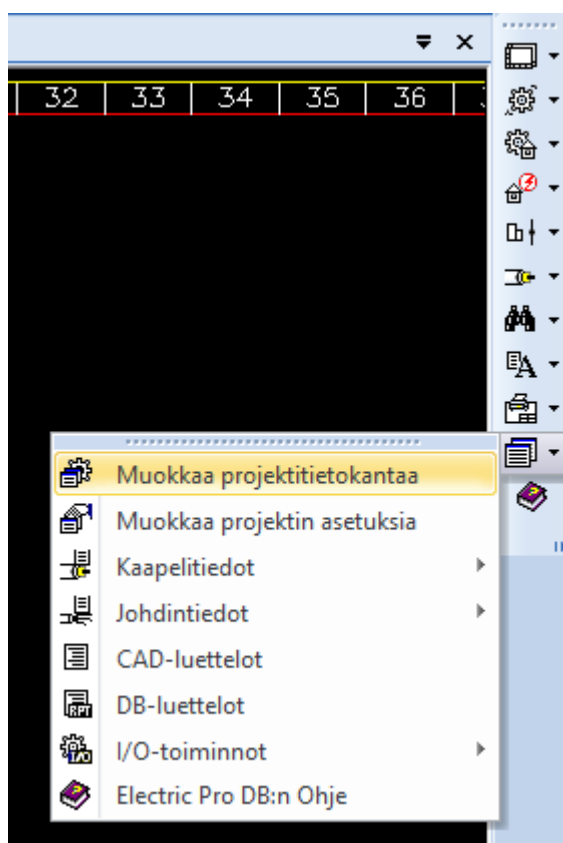
3.2 Luetteloiden generointi tietokantatoiminnoilla

Aikaisemmassa osiossa ”3.1 piirikaavioiden generointi Excel-tiedostolla” luotiin CAD-pohjakuvia ja Excel-tiedostoa käyttäen piirikaaviot kolmesta eri moottorikäytöstä. Seuraavaksi tämä kolme moottoria sisältävä piirikaavio lisätään projektiin. Tämän jälkeen pääsemme käsittelemään projektia tietokantatoiminnoilla. Projektiin lisääminen tapahtuu Electric-välilehdeltä olevasta ”lisää dokumentti projektiin”-painikkeesta (kuva 20).



KUVA 20. Piirikaavioiden lisääminen projektiin-painike (merkitty kuvaan punaisella ympyrällä)

Kun dokumentti on lisätty projektiin, niin tietokantatoiminnot saadaan käyttöön. Avataan piirikaaviosovelluksen projektitietokantatoiminnot (kuva 21), jolloin avautunut ikkuna näyttää kuvan KUVA 12 mukaiselta (katso osio 2.3.2 tietokanta piirikaaviosovelluksessa).



KUVA 21. Muokkaa projektitietokantaa-toiminto CADS Electric –piirikaaviosovelluksessa

Valitaan avautuneesta ikkunasta toiminto ”Luettelot”. Tästä ikkunasta voidaan tulostaa monia erilaisia luetteloita (katso osio 2.3.2 tietokanta piirikaaviosovelluksessa). Luetteloita voidaan myös luoda itse, sillä CADs Plannerin valmiit luettelot voivat olla omaan tarkoitukseen hieman kömpelöitä ja graafisesti alkeellisia (katso kuva 13).

Opinnäytetyössä luotiin kaapeliluettelopohja CADs Planneriin vanhasta yrityksen kaapeliluettelopohjasta. Kaapeliluetteloon tuli kuitenkin tehdä muutoksia, jotta ohjelmisto tulostaisi halutut tiedot luetteloon. Kaikki mahdolliset tiedot, jota luetteloon voidaan tulostaa, näkyvät tietokantatoiminnoista avattavassa ”luettelot”-ikkunassa. Tästä ikkunasta valitaan luettelon tyyppi (kuva 22, numero 1), jonka jälkeen ohjelma lataa kaikki mahdolliset tulostettavat sarakkeet kustakin komponentista tai kaapelista ikkunassa olevaan taulukkoon (kuva 22, numero 3).

Luetteloasetukset

Aiemmin tallennetut asetukset: (uusi) Tallenna

Luettelon tyyppi: 1 Kaapeliluettelo Pohja: 2 (Yleiset) Kaapeliluettelo.xls Kielisyys: Suomi

Luo uudelleen

20.07.39 Suoritetaan kysely
20.07.45 Suoritetaan kysely
20.07.45 Valmis.

Vedä tähän sen sarakkeen otsikko, jonka sisällön mukaan haluat ryhmittää.

Projekti	Tunnus	A	Pituus	Laji	Huomautus	Nimike	Tyyppi	Toimittaja
0	VA01-OK01-M01-W1	VA01	10	Voima		1119604	ÖLFLEX CLASSIC 110 4G6	
0	VA01-OK01-M02-W1	VA01	20	Voima		1119404	ÖLFLEX CLASSIC 110 4G2.5	
0	VA01-OK01-M03-W1	VA01	30	Voima		1119304	ÖLFLEX CLASSIC 110 4G1.5	

KUVA 22. Tietokantatoiminnot, luettelo-ikkuna

Tämän jälkeen luodaan Excel-tiedosto, joka toimii luettelopohjana. Tiedosto voi olla joko täysin uusi, tai kuten tässä tapauksessa, yrityksen vanha luettelopohja. Excel-tiedostoon merkitään ”luettelo”-ikkunasta tulostettavien sarakkeiden nimi haluttuihin kohtiin (kuva 22, numero 3), joiden ympärille laitetaan \$-merkit. Tämän jälkeen tiedosto tallennetaan joko projektikansioon tai CADs Plannerin ”reportfiles”-kansioon. Luotu Excel-tiedosto löytyy ”luettelo”-ikkunasta ”Pohja”-alasvetovalikosta (kuva 22, numero 2) jonka jälkeen luettelo voidaan tulostaa avoinna olevasta ikkunasta.

4 TULOSTEN KÄSITTELY

Tässä osiossa käydään edellisen osion pohjalta saadut tulokset. Osiossa vertaillaan uutta sekä vanhaa dokumentointitapaa.

4.1 Uuden ja vanhan dokumentointitavan vertailu

Jotta työstä saataisiin todellisia käytännön tuloksia, luotiin työssä pieni esimerkkiprojekti käyttäen yrityksen uutta ja vanhaa dokumentointitapaa. Sopivan kokoiseksi projektiksi valittiin kohde, jossa on neljä oikosulkumoottori-puhallinkäyttöä. Näistä neljästä käytöstä kaksi on suoraan verkkoon kytkettyjä moottoreita ja kaksi on taajuusmuuttajakäytettyjä moottoreita. Lisäksi määriteltiin, että yhteen kumpaankin moottorikäyttötapaan asennettaisiin turvakytin.

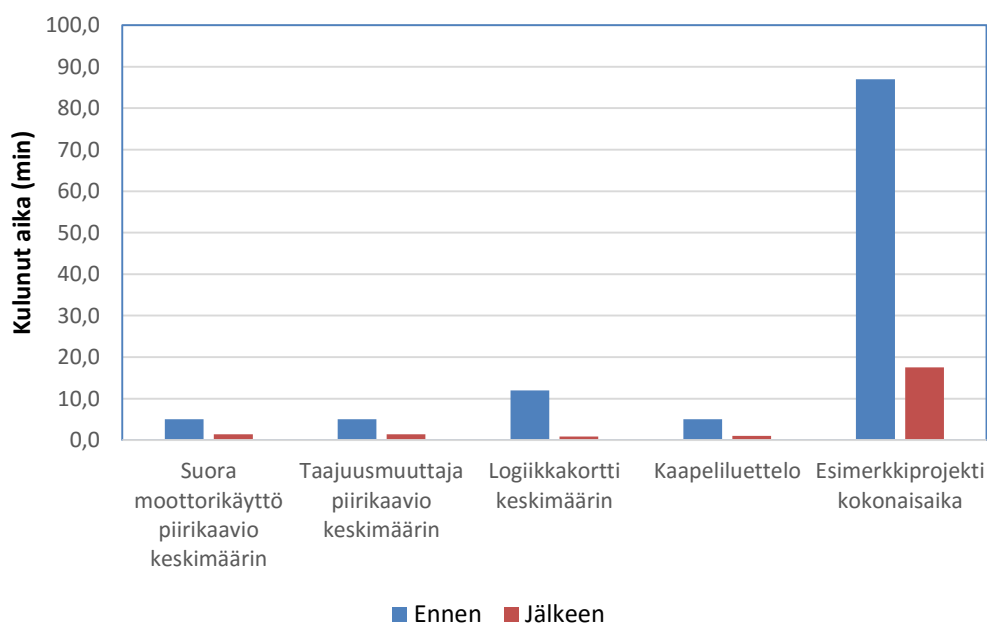
Tämän lisäksi projektiin valittiin logiikka, jota tyypillisesti käytetään työn teettäneen yrityksen projekteissa. Logiikka on Siemensin valmistama S7-300 -logiikka. Tälle logiikalle tarvittaisiin 24 VDC syöttö. Logiikalle määriteltiin neljä korttia, kaksi 32xDI-korttia sekä kaksi 32xDO-korttia. Kaikki laitteet, moottoreita ja turvakytimiä lukuun ottamatta asennettaisiin keskukseen. Keskukseen tulisi myös pistorasia mahdollista ohjelmointitietokonea varten ja keskus varustettaisiin asiaan kuuluvalla pääkytkimellä. Luotavissa piirikaavioissa tulisi myös olla sekä 230 VAC-, että 24 VDC-jännitteenjako- ja jakosivut. Lopuksi projektissa käytetyistä kaapeleista luotaisiin kaapeliluettelo.

Vanhassa dokumentointitavassa piirikaaviot piirrettiin alusta loppuun käsin käyttäen tietenkin suunnitteluohjelmiston valmiita komponenttikirjastoja ja projektin kaapeliluettelo luotiin myös käsin luotujen piirikaavioiden pohjalta. Näihin piirikaavioiden osiin ja kaapeliluetteloon kulunut aika oli helppo määrittää ja tämän jälkeen kirjata ylös pöytäkirjaan. Koska uudessa dokumentointitavassa piirikaaviot luodaan käyttäen Excel-tiedostoa, niin tämän tiedoston täyttämiseen kulunut aika jaetaan kaikkien piirrettyjen kuvien kesken tasan. Näiden kuvien piirtoaikaan lisättiin tämän lisäksi se aika, joka niihin meni piirikaavioiden generoinnin jälkeen. Kaapeliluettelon generointiin kulunut aika kirjattiin myös ylös pöytäkirjaan. Esimerkkiprojektista saaduista tuloksista on listattu seuraavaan taulukkoon (taulukko 3).

TAULUKKO 3. Esimerkkiprojektin piirikaavioiden luomiseen kuluneen ajan vertailu.

Dokumenttityyppi	Ennen tehostamista (min)	Tehostamisen jälkeen (min)	Aika säästy (min)	Aikaa säästy
Suora moottorikäyttö piirikaavio keskimäärin	5,0	1,4	3,6	72 %
Taajuusmuuttajan piirikaavio keskimäärin	5,0	1,4	3,6	72 %
Logiikkakortti keskimäärin	12,0	0,9	11,1	93 %
Kaapeliluettelo	5,0	1,0	4,0	80 %
Esimerkkiprojekti kokonaisaika	87,0	17,5	69,5	80 %

Taulukkoon (taulukko 3) on listattu ajat, jota piirikaavioiden piirtämiseen, kaapeliluettelon luontiin sekä koko esimerkkiprojektiin kului uudella ja vanhalla dokumentointitavalla. Taulukossa oleva keskimäärin-aika tarkoittaa keskimääräistä aikaa joka kului kunkin piirikaaviotyypin piirtämiseen. Esimerkiksi taajuusmuuttajakäytössä tämä tarkoitti yhden taajuusmuuttajakäytön piirtoon kulunutta keskimääräistä aikaa. Jotta tulokset olisivat mahdollisimman paljon paikkaansa pitävät, taulukkoon listatut vanhan dokumentointitavan tulokset ovat yrityksen erään sähkösuunnittelijan tekemiä. Uuden dokumentointitavan tulokset sain minä, sillä vielä tällä hetkellä osaan käyttää parhaiten uutta tapaa. Tuloksista luotiin havainnollistava pylväsdiagrammi, josta saadaan parempi käsitys esimerkkiprojektin tuloksista (kuvio 1).



KUVIO 1. Esimerkkiprojektiin kulunut aika ennen ja jälkeen dokumentoinnin tehostamisen

Kun tutkitaan edellistä pylväsdiagrammia (kuvio 1), huomataan että ainakin tämän testin perusteella uudella tavalla tehtyyn projektiin kului vain noin viidennes siitä ajasta, jota vanhaan tapaan kului. Tämä on todella merkittävä parannus. Todellisuudessa koko projektissa kuluneen ajan ero ei välttämättä ole näin suuri. Tämä johtuu siitä, että todellisen projektin piirikaavioiden laatimiseen kuluu paljon selvitystyötä ja laitekokonaisuudet ovat yleensä paljon monimuotoisempia kuin esimerkissä. Esimerkkiprojekti oli hyvin yksinkertainen, joten sen laatimiseen ei kulunut lainkaan selvitystyötä.

Kuitenkin tulosten pohjalta voidaan väittää, että nimenomaan piirikaavioiden piirtämiseen kuluva aika pienenee huomattavasti uudella dokumentointitavalla. Tuloksista nähdään myös, että luetteloiden laatimiseen kuluva aika pienenee. Kokonaisuudessaan työstä saadut tulokset olivat hyvät ja niistä voidaan todeta että työn teettäminen kannatti.

4.2 Testaus ja käyttöönotto

Työtä tehtäessä suoritettiin useaan otteeseen erilaisia testauksia järjestelmän toimintaan liittyen. Koska yksi työn päätarkoituksista oli virheiden minimointi, niin järjestelmän testaus tarkasti oli erittäin tärkeää. Esimerkiksi piirikaavioiden luontia varten tehty Excel-generointitaulukko ja generointiin käytettävät CAD-pohjakuvat testattiin minun sekä yrityksen edustajan toimesta tarkasti. Testaus suoritettiin syöttämällä tietoja Excel-generointitaulukkoon mahdollisimman monista erityyppisistä laitekokonaisuuksista, joista piirikaaviot sitten luotiin. Generoidut piirikaaviot käytiin tarkasti läpi, jonka jälkeen mahdolliset virheet korjattiin CAD-pohjakuviin sekä Excel-generointitaulukkoon.

Hieman vastaavasti toimittiin myös, kun testattiin erilaisten luetteloiden automaattista generointia valmiista piirikaavioista. Näiden toimintojen tarkistamiseen ja testaukseen kului huomattavasti vähemmän aikaa kuin piirikaavioiden tarkistamiseen, sillä luetteloihin tulevaa informaatiota on paljon vähemmän. Kaiken kaikkiaan virheet koostuivat kummasakin edellä mainitussa asiassa pääosin generoinnissa määriteltäviin muuttujiin. Muuttujat olivat joko kirjoitettu väärin käytettyyn pohjakuvaan tai määritelty väärin Excel-tiedostoihin.

Koska käyttäjä itse syöttää Excel-generointitaulukkoon piirikaavioihin tulostettavat tiedot, niin tietojen syöttöön tuli kehitellä myös virheiden minimointia ja tietojen tarkistusta. Tämä toteutettiin osittain Excel-tiedostoon ilmestyvillä huomioteksteillä jos käyttäjän syöttämät tiedot olivat väärin tai soluun määritellyllä ”tietojen kelpoisuuden tarkistus”-ominaisuudella (ominaisuus esitelty osiossa 3 dokumentoinnin tehostaminen). Tämä ominaisuus rajaa soluun syötettäviä tietoja joko jollekin numeroalueelle tai soluun etukäteen valituille teksteille.

Kun järjestelmä oli vielä kehitysvaiheessa, pääsimme testaamaan sitä yhdessä yrityksen projektissa. Kokeilu toimi siten, että minun ohjauksella täytettiin Excel-generointitaulukko, josta projektin koneikon piirikaaviot sitten generoitiin. Vielä tässä vaiheessa järjestelmässä huomattiin virheitä, jotka tämän jälkeen korjattiin edellisissä kappaleissa mainituin tavoin. Uusi dokumentointi tapa todettiin kuitenkin jo tässä vaiheessa todella hyödylliseksi, käteväksi ja ennen kaikkea aikaa säästäväksi.

Uuden järjestelmän käyttöönotto asiakasprojekteissa astuu voimaan välittömästi tämän työn valmistuttua. Järjestelmä pyritään ottamaan käyttöön kokonaisuudessaan yhdellä kertaa. Tulevaisuudessa järjestelmä muuttuu varmasti hieman, mutta pääpiirteittäin järjestelmä pysyy todennäköisesti työnluovutusvaiheessa olevassa tilassa. Generoinnissa käytettyihin CAD-pohjakuviin tullaan tekemään muutoksia ja niitä tullaan tekemään lisää, sillä uusia komponentteja tuodaan markkinoille jatkuvasti. Edellä mainitun asian vuoksi järjestelmä vaatii hieman ylläpitoa, mutta luulen sen ylläpitokustannusten olevan pieniä verrattuna järjestelmästä saatuun hyötyyn.

5 POHDINTA

Työ oli mielestäni erittäin onnistunut, sillä viimeisessä osiossa saadut tulokset puhuvat puolestaan. Sain luotua järjestelmän, joka toimii nopeammin ja varmemmin kuin vanha. Turhilta virheiltä säästytään ja sähkökuvien suunnittelun epäolennaisin osa, eli ylimääräinen toisto vähenee. Ylimääräisellä toistolla tarkoitan esimerkiksi logiikan korttien piirtoa, korttien tulojen ja lähtöjen osoitteiden määrittelyä, tai moottorikaavioiden piirtoa. Nyt voidaan keskittyä enemmän nimenomaan logiikan kortteihin kytkettäviin laitteisiin sekä moottorin suojalaitteiden ja etukojien mitoittamiseen ja valintaan.

Työstä hankalan teki se, että Kymdata ei julkaise paljoa kirjallisia ohjeita tai muuta materiaalia CADS Planner -ohjelmistoon liittyen. Yritys kuitenkin ylläpitää video-ohjepalvelua YouTube-kanavallaan, josta oli hieman hyötyä työtä tehtäessä. Tästä syystä työssä käydyt asiat ovat pääosin itseopittuja. Ohjeiden puutteen vuoksi työn ohjaus oli vähäistä. Pohjakuvien ja luetteloiden luonnissa sain mielestäni riittävästi opastusta varsinkin työpaikan puolesta, mutta kahden ohjelmiston välillä tapahtuvaan kommunikointiin en saanut opastusta mistään.

Jatkokehitysmahdollisuudet työllä on laajat. Uusien pohjakuvien luonti generointijärjestelmään on mahdollista ja hyvinkin suotavaa, jotta järjestelmä pysyy ajan tasalla. Työhön kehitellään myös todennäköisesti tulevaisuudessa lisää käyttäjän tekemien virheiden tunnistusta ja korjausta. Haluaisin myös kehitellä tavan, jolla suunnitteluohjelmisto osaisi hakea generointiin tarvittavat tiedostot paikallisen aseman sijasta yrityksen palvelimelta. Tällöin, jos tiedostoihin tulee joitain muutoksia, niin näitä muutoksia ei tarvitsisi päivittää erikseen kullekin käyttäjälle, vaan ne päivittyisivät automaattisesti palvelimelta. Myös suunnitteluohjelmiston käyttämän tietokannan sitominen palvelimeen olisi mielestäni hyvä lisä. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että ohjelmistolle kerrottaisiin palvelimen kautta mitä kaapelityyppejä yrityksen projekteissa tavallisesti käytetään. Tällöin suunnittelussa valittuja kaapeleita löytyisi todennäköisemmin suoraan yrityksen varastoista, jolloin asennusten toimitus asiakkaille olisi nopeampaa ja varastoitavien kaapelityyppien määrä pieneneisi.

Työssäni olisin halunnut keskittyä enemmän myös muihin generoitaviin luetteloihin. Esimerkiksi toimivan osaluettelon luonti suoraan piirikaavioista säästäisi huomattavan ajan sinänsä turhasta työstä. Myös esisuunnitteluvaiheessa luotavan alustavan laiteluettelon hyödyntäminen Excel-generointitiedoston luonnissa voisi vähentää projektiin kuluva työmäärää. Tällä hetkellä yrityksen projekteissa syötetään samoja tietoja käsin moneen eri paikkaan. Tästä esimerkkinä voidaan ottaa logiikkaohjelman luontia nopeuttava Excel-tiedosto, johon syötetään laitteiston laitteista käytännössä samat tiedot, kuin piirikaavioiden generointiin luotavaan Excel-tiedostoon.

Opinnäytetyötä tehtäessä pyrin tekemään pieniä parannuksia myös yrityksen piirikaavioiden piirtotottumuksiin ja varsinkin sellaisiin tottumuksiin, jotka haittaisivat jollain tavalla kehittämäni järjestelmän toimintaa. Tällaisia ominaisuuksia olivat esimerkiksi laite- ja sijaintirajausten käyttö, johtimien piirtoon tarkoitetun ominaisuuden käyttö sekä automaattisten viittausten käyttö. Näillä toimenpiteillä saadaan minimoitua yhä enemmän piirikaavioiden piirroksessa tapahtuvia virheitä ja järjestelmä toimii varmemmin.

Koska työhön kuluu nyt vähemmän aikaa kuin ennen, voin myös väittää että yrityksen kilpailukyky muihin vastaaviin yrityksiin verrattuna kasvaa huomattavasti. Opinnäytetyön perusteella voidaan todeta, että työn teettäminen kannatti ja uusi järjestelmä toimii nopeammin ja virheettömämmin kuin vanha järjestelmä.

LÄHTEET

Ahoranta, J. 2005. Sähköasennustekniikka. Helsinki: WSOY. 1.-4. painos

Antikainen, J., Harjanne, P., Heikkilä, P., Matikka, R., Myyryläinen, L., Myyryläinen, L., Ruoho, T., Sandström, B. & Sulku, J. 1993. Rakennusautomaatiojärjestelmät. Espoo: Tammer-Paino Oy.

Aura, J. Yrityksen pääsuunnittelija. 2016. Asiantuntijahaastattelu 18.1.2016. Haastattelija Inkinen, A. Tampere.

CADS. 2015. Piiri- ja johdotuskaaviot. Luettu 2.1.2016.

<http://www.cads.fi/fi/Tuotteet/S%C3%A4hk%C3%B6%20ja%20automaatio/K%C3%A4ytt%C3%B6tarkoitus/Piiri-%20ja%20johdotuskaaviot/>

CADS tukipyyntö. 2016. Sähköpostikeskustelu. Standardien asettamat vaatimukset ja niiden noudatus ohjelmistossa. 14.1.2016.

Hietalahti, L. 2015. Teollisuuden sähkösuunnittelu. Luentomateriaali.

Jumpponen, E. 1999. Sähköpiirustuskirja. Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto. Tampere: Tammer-Paino Oy. 4., uudistettu painos.

Microsoft. 2016. Tuki. Excel 2007. Tietojen kelpoisuuden tarkistamisen käyttäminen soluissa. luettu 27.4.2016

<https://support.office.com/fi-fi/article/Tietojen-kelpoisuuden-tarkistamisen-käyttämisen-soluissa-c743a24a-bc48-41f1-bd92-95b6aeeb73c9>

SFS-EN 61082-1. Sähkötekniikassa käytettävien dokumenttien laatiminen. Osa 1: Säännöt. 3. painos.

YouTube. 2015. Cadsplanner. Video-ohje. Excel-generointi CADS Electricin Piirikaa-
viot -sovelluksessa. Katsottu 23.12.2015.

<https://www.youtube.com/watch?v=rtamdRzP-U>